ATTI
DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA DE'NUOVI LINCEI

COMPILATI DAL SEGRETARIO

ANNO XXVIII

SESSIONE I^a DEL 20 DICEMBRE 1874

ROMA
TIPOGRAFIA DELLE SCIENZE MATEMATICHE E FISICHE
Via Lata N.° 211. A.

1875

ATTI
DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA
DE'NUOVI LINCEI

ATTI
DELL' ACCADEMIA PONTIFICIA DE' NUOVI LINCEI

PUBBLICATI

CONFORME ALLA DECISIONE ACCADEMICA

del 22 *dicembre* 1850

E COMPILATI DAL SEGRETARIO

TOMO XXVIII. - ANNO XXVIII.

(1874-1875)

ROMA
TIPOGRAFIA DELLE SCIENZE MATEMATICHE E FISICHE
Via Lata N.° 211. A.

1875

ATTI
DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA
DE'NUOVI LINCEI

SESSIONE I^a DEL 20 DECEMBRE 1874

PRESIDENZA DEL P. ANGELO SECCHI

MEMORIE E COMUNICAZIONI
DEI SOCI ORDINARI E DEI CORRISPONDENTI.

STUDI FISICI
FATTI ALL'OSSERVATORIO DEL COLLEGIO ROMANO
SULLE COMETE DI TEMPEL II^a E COGGIA III^a NEL 1874

2.^a COMUNICAZIONE

DEL P. ANGELO SECCHI

Estratto delle osservazioni fisiche fatte sulla Cometa di Tempel II^a 1874.

Conforme fu annunziato nell'articolo precedente diamo le osservazioni delle due comete, copiando letteralmente il giornale di osservazione. Le osservazioni furono tutte fatte in comune col P. Ferrari, ove occorra sono distinte colle iniziali F. e S.

20. Aprile. Trovata subito coll'effemeride nel luogo indicato; è nebulosa circolare, bella e si vede anche bene nel cercatore. Ma subito si annebbia.

22. Osservata la cometa collo spettroscopio e mostra tre zone; la più viva è nel verde, la più debole è in mezzo : fatti i disegni dello spettro indipendentemente dal P. Ferrari e dal P. Secchi, e si trovano d' accordo. La cometa è diffusa ed ha una nebulosità di circa 8''. *Ad intervalli le zone sono assai vive*; (V. Tav. II.^a fig. A) : si schiarisce l'alba e si perde presto.

Cometa Coggia

16 Maggio. Collo spettroscopio stellare si vede uno spettro quasi continuo con solo alcune interruzioni. Però vi è una stelletta vicina al nucleo che confonde: quindi a domani. Per questa sera si prova la polarizzazione ma non se ne scopre traccia, si fà la figura alle $9^h \frac{1}{4}$. La cometa è una nebulosità rotonda con coda unica diritta che parte dal centro, la sua posizione è quasi verticale. (V. Tav. I.ª fig. 1ª).

18 Maggio. Si confronta lo spettro della cometa con quello di un gas H^2O^2 in un tubo di Geissler, ma le righe non combinano punto. Appresso si mette il tubo CO^2 e si trova che combinano. Le zone più vive sono tre e la più lucida di queste è quella di mezzo, tanto nel tubo quanto nella cometa. Le zone si sovrappongono esattamente. Per maggior sicurezza si è messo il tubo avanti all'obiettivo reggendolo con un cerchio di cartone in modo che il tubo fa da diametro. Così non si può temere di eccentricità. La luce nello spettrometro a fessura è sufficientissima. Però nella cometa non si vedono le scanalature secondarie che vedonsi nel tubo, (ma queste non vedonsi che quando è assai vicino), e le zone della cometa sono più diffuse dal lato del violetto (V. Tav. II.ª fig. B).

20 Maggio. Si conferma l'osservazione spettrale del 18. Le tre zone spettrali però sono stese sopra un fondo unito, ma questo è dovuto probabilmente alla luce della luna. La cometa presenta uno sprazzo al Sud apparente opposto alla coda con molta luce ed ha una aureola molto estesa e diffusa col solito nucleo e chioma fornita di coda centrale, con un baffo laterale che sembra doppia coda. (V. Tav. I.ª fig. 2).

2 Giugno. Verificate le tre zone lucide dello spettro. La cometa è irregolare (V. fig. 3) con coda centrale, bifida in punta, e molta luce laterale ad essa.

3 Giugno. Riconosciute nello spettro le tre zone come ieri, ma è aumentata la luce dello spettro continuo (V. Tav. II.ª fig. C). Provato il polariscopio, ma non si vede traccia di polarizzazione. La coda è centrale in direzione 41°. 22′. Vi è grande sproporzione di luce tra l' aureola che circonda il nucleo, e il rimanente della coda la quale è debolissima. Lo spettro è come nella fig. C: la zona media è più larga e diffusa. Pare ad intervalli vedervi righe metalliche. La fessura spettroscopica è stretta tanto che le due D del cerino si vedono quasi separate.

Si fa il disegno (Tav. I.ª Fig. 4) e si vede che l'aureola pare storta relativamente al corpo generale della cometa.

4 Giugno. Studiata a soddisfazione la coincidenza delle zone della cometa con quelle del tubo CO, posto avanti all'obiettivo. Le zone coincidono colla gialla, la verde, e la bleu del carbonio (*a*). Vi è anche traccia della 4ª nel violetto, però le zone della cometa sono sempre più sfumate che le zone del tubo, e richiamano le zone dello spettro veduto nella luce elettrica tra i carboni, salvo che quì le righe metalliche non vi sono staccate.

Angolo di posizione della coda 48°. La cometa è riferita alla stella che si vede nel disegno (V. Tav. I.ª fig. 5).

La coda comincia ad apparire meno viva nel mezzo, ma con due prolungamenti deboli laterali formati di strascichi un pò curvi, cioè comincia la biforcazione? La forma della cometa è simile a quella di ieri solo ha un poco più di intensità luminosa.

9 Giugno. Nel disegno fatto dal P. Ferrari, già è sviluppato un sensibile ventaglio attorno al nucleo nella parte superiore apparente (V. Tav. I.ª fig. 6).

10 Giugno. Si fa il disegno della cometa che non presenta niente di singolare, tranne una maggior vivacità nel nucleo e nella coda (V. Tav. I.ª fig. 7). La lunghezza della coda è più di 1°, non si scorge il ventaglio di gettini di ieri.

11. Giugno. La cometa non presenta nulla di straordinario, il nucleo ha qualche baffetto a sinistra, ma indeciso. È aumentata la chioma (fig. 8): pare ritornato in parte il ventaglio.

13 Giugno. Il nucleo ha l'aspetto planetario, è un vero disco senza raggi o pennacchi. È cosa curiosa! Angolo di posizione della coda 38°. (V. fig. 9).

16 Giugno. La cometa ha spettro carbonico certo, ma mentre le zone del tubo CO^2 sono strette, si vede che quelle della cometa sono più espanse (V. fig. D Tav. II.ª). Esse sono terminate in linea retta dal lato del rosso, e in punta dal lato del violetto; tanto con CO, che CO^2 si ha lo stesso spettro. Si prova il tubo HC^2 e si vede che la zona più viva del tubo non coincide più colla più viva della cometa, come accade con CO. Nella cometa è nel verde, come in CO, e la più viva è nel bleu coll' HC^2. Onde vi è la differenza essenziale che la zona più lucida di HC^2 non coincide colla cometa, mentre vi coincide CO, e CO^2. (Questo è importante per conoscere la natura del composto). La coda è lunga 2°. (Vedi fig. 10).

18 Giugno 10ʰ pom. La cometa ha una raggera ben decisa attorno al nucleo, che è ben terminato dal lato della coda, e sfumato dal lato opposto ove è la raggera (V. fig. 12).

(*a*) Queste zone hanno il loro principio rispettivamente alle seguenti lunghezze d'onda: Giallo-verde 562,9. Verde 516,1. Bleu 473,8. CO = ossido di carbonio; CO^2 = acido carbonico.

Si fecero due figure sono una del P. Secchi, l'altra del P. Ferrari. Nella 13 del P. S. vi è traccia dell'inviluppo parabolico generale, ma che da un lato è più corto che dall'altro. Il diametro del nucleo fu trovato 11''. 689 l' angolo di posizione della coda 32°

19 Giugno. Cielo cirroso e nebbioso: cometa come ieri, ma più pallida per la Luna. Nucleo sormontato da sfumature vive in alto (app.) e più deboli in basso. Coda debole per la luna.

27 Giugno. Abozzo fatto colla luna: è però ben sviluppato il ventaglio a getti.

1. Luglio. La cometa ha un magnifico ventaglio di raggi; l'asse della coda è oscuro, e la massa che forma la coda sta ai due lati come un velo che posto sul capo di una persona cade a destra e a sinistra in doppia lista (V. fig. 15).

Lo spettro questa sera è formato di una lista viva di colori spettrali completi, che sono manifestamente del nucleo, sulla quale sono sovrapposte le tre zone della aureola (V. Tav. II.ª fig. E).

Credendo che la diffusione delle zone derivi dalla troppa larghezza della fessura, si introduce un cerino che mostra bene le linee nette del sodio, talchè non è difetto della fessura. Onde non può dirsi che la sfumatura dipenda dalla larghezza della fessura, ma è reale della materia cometaria.

Si mette il polariscopio col suo biquarzo, e si vede bene la diversità di tinta del campo nella cometa. Ma essendo nata la Luna si rimette ad altra sera l'esperienza. Si misura il nucleo (colla Luna lucente) e si trova = 8''. 44, ma pare la misura un poco esagerata, perchè vi influisce il ventaglio vivo. Questo poi misurato quanto meglio si può nella sua indecisione è = 19''. 22. Il vero nucleo può stimarsi dietro la imperfetta misura suddetta essere 3 in 4 secondi.

2. Luglio. Questa sera fu studiata la polarizzazione a completa soddisfazione. Sulla cometa si ha vivissima la distinzione delle due metà del campo una rossa l'altra verde. Per valutare la vivacità de'colori si mette avanti all'obiettivo una tela incerata lustra inclinata di circa 45° e vi si fa rifletter sopra la luce di un cerino che dà nel campo del cannocchiale ben vivi i due segmenti. Andandosi poscia alla cometa, conservando la stessa inclinazione del quarzo, si vede che i colori sono la metà meno vivi che col cerino. La luce della cometa nel campo rosso diviene debole assai, ma brilla nella parte verde, il che è chiaro per esser la cometa verde. È polarizzata tutta l'aureola e anche il nucleo, perchè anche questo perde luce nel segmento rosso.

Lo spettroscopio dà lo spettro della nebulosità a zone diffuse al solito, attraversate dallo spettro del nucleo. Il rosso in esso è assai vivo, ma non

si distinguono linee scure di assorbimento, nè vive metalliche. Collo spettroscopio semplice stellare si ha uno spettro magnifico, molto luminoso, ma confuso. Si rilevano però tre rinforzi al luogo delle solite zone, e un 4.ª anche nel rosso. (Questa zona del carbonio nella luce dell'arco voltaico è composta di zone più strette, ed è troppo debole per vedersi colla fessura). Si vede che è lo spettro solito, ma veduto diffuso non essendovi la fessura, però serve a confermare che vi è la zona rossa del carbonio (1). La raggiera del pennacchio avea circa 100.° di apertura. Alzatasi la Luna si lascia.

3. Luglio. È curioso che l'aureola che cinge il nucleo sembra esser separata dalle falde della coda (V. Tav. I.ª fig. 16), il giro de'pennacchi è come ieri: solo oggi è addirittura mezza circonferenza. L'indipendenza dell'aureola e della coda durano. Si prova la polarizzazione col polariscopio di Savart a zone, e si vedono le *bandes* nettissime. Sulla coda al principio sono fortissime, il massimo di intensità si ha quando la loro direzione è perpendicolare all'asse della coda, ma non si riesce a distinguere quale sia la linea centrale, nel sistema delle frangie, per la debolezza della luce. Si prova col Nicol semplice, e le variazioni di luce sono così forti che non occorre altro mezzo per ravvisare la polarizzazione. Si trova che nel passaggio dal massimo al minimo la luce sull'aureola non resta costante, ma varia come a pezze, dove più dove meno! Nella totalità la luce scema di circa $\frac{1}{4}$. La luce dell'inviluppo diventa quasi nulla, e resta visibile solo il nucleo col suo pennacchio. Il piano di polarizzazione è quello che passa per l'asse della coda.

A vista diretta e senza polariscopio il colore del ventaglio pare un poco rosato, ma deve esser effetto di contrasto per esser l'aureola verde. Lo spettro del nucleo è vivissimo, ed è dilatato al luogo dove è attraversato dalle zone dell'aureola.

4 Luglio. Per decidere quanta sia la luce propria in proporzione alla riflessa, si fece il seguente esperimento. Si guardò la cometa collo spettroscopio stellare che è senza fessura, e lo spettro così avuto essendo mal definito, come deve essere, si pose il nicol all'oculare. Con questo girato in certa posizione spariva quasi tutto lo spettro, e non restava che una zona verde netta trasversale e precisa ben tagliata agli orli con traccia appena delle altre due. Sicchè la luce diretta propria vera della cometa si riduce principalmente a queste zone. Le altre due zone sono indebolite e appena si vedono.

(1) V. lo spettro ottenuto coll'arco voltaico nelle Memorie de'Spettroscopisti Italiani. Tom. II, pag. 122, Anno 1873, e gli Atti dell'Accademia Pontificia de'Nuovi Lincei, Anno 1873.

La coda è lunga quanta è la distanza tra α e β orsa maggiore, ed è diretta esattamente alle due lucide dell'orsa minore β e γ. Nel cercatore delle comete la coda è curva, e la gobba sta a sinistra, cioè ad Est vero, empie in lunghezza tutto il campo che è 4° più qualche cosa: pare una sciabola, ed è diretta alle 2 lucide delle ruote davanti dell'Orsa minore. La cometa (V. Tav. II.ª fig. 17) mostra una massa lucida laterale staccata dalla principale a sinistra come un secondo nucleo. I raggi del nucleo sono leggermente curvi in cima. P. F.

Si provano diversi ingrandimenti per separare il pennacchio dal resto, e il nucleo apparisce come un dischetto piccolo piccolo poco più grosso di un filo (0''.4) (V. fig. 18). Coll'ingrandimento n.° 6 che è 600 volte; non si vede nucleo tagliente, ma un globulo tutto sfumato su cui si espande la raggera diffondendosi in raggi sfumatissimi ($10^h \frac{1}{2}$) (fig. 19). Sotto è discretamente terminato con due deboli razzi a destra e a sinistra curvi. È grosso al più 2 fili = 0'', 8. Che immensa differenza tra la maniera con cui si vede questo nucleo, ed i satelliti di Giove! Con mille volte non vi è affatto punto brillante, ma solo una nebbia indecisa un poco più tagliente dalla parte di sotto. (V. fig. 20). E pure l'aria è buona, e i satelliti di Giove con questo oculare danno disco. Finito a $10^h \frac{3}{4}$.

5 Luglio. Confermate tutte le cose vedute ieri, specialmente la polarizzazione e lo spettro. Nulla di nuovo. Il nucleo col mille diventa realmente nullo, e si riduce come a una pallina di cotone, diffuso e sfumato agli orli.

6 Luglio. Impedito dalle nubi che appena permisero di vedere al principio il ventaglio. Si vede però che ha un doppio inviluppo parabolico staccato.

7 Luglio. Fra le nubi. Raggiera quasi regolare ma con un getto più grosso nella direzione opposta alla coda. Il mezzo della coda non è nero, ma mezzo sfumato.

8 Luglio. Nebbioso e nuvoloso. La coda si vede per 8.° gradi. Non si possono fare osservazioni essendo aggravatissimo il P. Rosa.

9. Bel ventaglio con una massa viva quasi staccata a modo di nube poggiata sulle punte del ventaglio stesso (V. fig. 21). Nel polariscopio si vedono le zone trasversali e longitudinali. La coda è un poco curva. Cogli ingrandimenti successivamente maggiori, sparisce l'illusione di un nucleo solido: si vede solo una massa nebulosa mal terminata sopra e diffusa in quella direzione a ventaglio. Usato il n.° 5 negativo cioè di 800 volte (V. fig. 23).

Si ripetono le sperienze spettrali, e si fa la fig. F. Si rileva che lo spettro del nucleo non pare rigorosamente continuo, ma la sua zona sembra interrotta nella vicinanza delle espansioni carbonose. A certa distanza dall'asse

dello spettro queste espansioni sono assolutamente lineari (V. fig. F), ma molto debole. La coda è curva, e arriva all'almicantarat di β Orsa maggiore (è più lunga quì che non si vide a Münster dal Sig. Heis, come rilevossi poi dalla sua tavola). Sono le 11^h e la cometa va dietro una nube!

11 e 12 Luglio. Nuvoloso.

13 Luglio. Cometa assai bassa; testa con vari pennacchi curvi (V. fig. 22) assai vivi ma confusi forse per l'aria. Si fa un disegno appena abbozzato. Essa presenta un allargamento della testa molto notabile, nell'inviluppo parabolico le dimensioni in larghezza sopra le altre sere precedenti sono assai cresciute. Ma si vede male per la nebbia.

16 Luglio. Il nucleo è già sotto l'orizzonte: la coda arriva all'almicantarat della polare, (la coda riesce così più lunga che in Heis) dirigendosi verso λ dragone.

17 Luglio. La cometa è colla testa tutta sotto, ma la coda è enorme. Essa arriva alla stella α del Dragone e anche và più alta, ma è assai sfumata e il cielo è poco chiaro.

Ne'confronti spettrali si è sempre cercato di avere il confronto delle righe dirette dello spettro del Gas CO, o CO^2 e per ciò non diamo le cifre di queste zone che sono notissime ai fisici e si possono sempre determinare.

APPENDICE

COMETA BORELLY

5 Settembre. La massa principale e centrale più lucida ha la forma di un triangolo o di un V dentro cui brillano molti puntini, onde merita attenzione (V. fig. 24).

Questi punti lucidi furono notati anche nel 1.° Settembre. Essa richiama la cometa del 6 marzo 1853 che avea più nuclei e fu trovata al Collegio Romano. Questa cometa è importante per la teoria delle stelle cadenti essendo essa polinucleare (V. Memorie dell'Osservatorio del Collegio Romano. Anni 1852–55).

FLORULA DEL COLOSSEO

COMUNICAZIONE I.ª

DELLA CONTESSA ELISABETTA FIORINI-MAZZANTI

Mestamente presento a questo illustre consesso la quasi spenta florula di quell'alto monumento di Roma che nelle sue gigantesche rovine siede a testimonio della caducità di ogni grandezza e possanza umana, comecchè quest'una attesti goduto in un tempo il dominio dell'universo. A rincontro, poco davanti, in umili e pietosi argomenti, con il vessillo di Redenzione inalberato nel suo centro additava la stabilità sovrannaturale di nostra invitta fede. L' una inalzata per virtù di gloria mondana sparve; l' altra rafforzata dal sangue de'suoi campioni vive eterna. Onde se in quella il filosofo si richiamava a gravi speculazioni: in questa il cristiano meditando vieppiù apriva il cuore alla pietà, ed alle liete speranze. Natura piacevasi vestir di Poesia le venerande mura, temperandone la severità con il vago ornamento di piante e di fiori, che quali umili aderivano, e quali con graduate dimensioni elevandosi sedeano robuste ed erette, mentre altre a rami deboli, e flessuosi intrecciandosi vi pendevano in bei festoni, e tutte cospirando ad armonia d'ogni intorno spargevano grato olezzo. Di che il cultore di Flora ammirandone le dovizie, e spiccandone ramoscelli seco ne li portava a ricordo ed a studio.

Ora cupidità archeologica tutto distrusse; e se questa al visitatore commove l'immaginazione con lo scoprirgli gli antichi piani, e le meraviglie dell' architettura, tolse però al Monumento le sue poetiche e pittoresche bellezze; ed al botanico il pascolo de'suoi studi, ed al cattolico il ricordo di sua redenzione.

Le piante del Colosseo, comecchè di grande interesse, trassero il distinto botanico D. Sebastiani a compilarne un elenco alfabetico, del quale il numero ascende a 260 specie. Indi l'Inglese Deaken volle esibire a suoi Connazionali una Flora che nella prefazione dice ascendere a 420, mentre nel fatto ne numerò 510. Spiacemi notare che molte di esse non furono rinvenute, on-

dechè sembra piuttosto il suo lavoro fondato sul riporto delle specie del Prodromo della Flora Romana del Sebastiani e Mauri.

Negli anni decorsi, in triste mia condizione di spirito, traeva sovente in tanto luogo , e raccogliendovi piante in ogni stagione concepiva il disegno di una Florula, dal quale veniva distratta da altre occupazioni, ad onta di eccitamenti che continuo mi ricevessi, e specialmente dai celebri botanici Montagne, e Webb. Ora mi desto al seguito spoglio di quel monumento, ed affinchè per esso non vada perduta la memoria delle piante che ivi allignavano, ho creduto opportuno richiamarne la florula. Ed in questo non mi arrogo però di averne abbracciata tutta l'estensione, nè di essere atta a fare le mende necessarie.

Infine delle Fanerogame, quando mi basti la vita, darò un pugillo di Crittogame, non per anco molto considerate nella nostra Roma.

Oss: Sarebbe superflua e stucchevole la diagnosi di ogni pianta conosciuta; bensì fò ragione usare una brevissima frase specifica atta a denotare il carattere principale o differenziale della specie.

Secondo mi verrà in acconcio citerò il Sebastiani, citerò il Prodromo della Flora Romana, ma ove la scienza ha adottato altri nomi, di quelli userò i sinonimi; e quando bisogni citerò anche le Flore Italiche del Bertoloni e Parlatore, e quando pure occorra gli stranieri autori

MONOCOTILEDONI

Graminee

Hordeum Murinum Seb. Enum.
Valve calicine dilatato-nervose ciliate.

Infra l'erbe delle prime arcate copioso.

Milium multiflorum Parl. fl. It. Vol. I° pag. 159.
Pannocchia semiverticillata; foglie anguste, convolute.
Agrostis milium-comosum *Seb. Enum.*

Dalle mura pendenti.

Dactylis glomerata Seb. Enum.
Pannocchia unilaterale denso-glomerata.

Infra l'erbe degli Ambulacri.

Il chiarissimo Parlatore ha soppresso la specie della *Dact. hispanica* giudicandola semplice varietà della *Dact. glomerata*.

Trisetum neglectum Parl. Fl. It. v. I, p. 268.
Pannocchia composita oblungo-cilindracea. Avena neglecta Seb. Enum.

Cynosurus echinatus Seb. Enum.
Pannocchia denso-ovata unilaterale.

Ambedue vivono come sopra.

Alopecurus utricolatus Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 29.
Glume coriaceo-callose, insino al mezzo connato-dilatate, foglie superiori vaginali, otricolate.

Alopecurus agrestis Seb. et Maur. loc. cit.
Pannocchia gracile cilindracea, glume oltre il mezzo connato acuminate.

Ambedue vivono tra l'erbe del podio (*).

Lagurus ovatus Seb. Enum. spiga ovata, villosa.

Gaudinia fragilis Parl. Fl. It. v. I.° p. 527.
Spica fragile articolata. Avena fragilis. Seb. Enum.

Cynodon dactylon Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 36.
Spighe digitato-patenti, appena barbate alla base.

Ambedue vivono sul podio.

Brachypodium distachyon Parl. Fl. It. v. I.° p. 491.
Alquanto ruvido; spighette erette multiflore. Bromus distachyos Seb. Enum.

Brachypodium pinnatum b muticum. Parl. loc. cit. p. 488.
Spighette distiche alterne rette od incurve da 8 a 16 fioretti mutici.

Oss. Il Mauri ed il Sebastiani riportano nel prodr. della Fl. Rom. una varietà glabra, ma non mutica.

Bene osserva l'illustre Parlatore che la variabilità di questa pianta non solo ha dato origine ad un gran numero di specie ; ma che perfino i botanici

(*) Nel particolarizzare l'*habitat* delle piante uso le denominazioni volgarmente usate prima degli scavi.

ne hanno sbalzato le varietà da un genere all'altro, come al *Bromus*, al *Triticum*, al *Brachypodium*, ed alla *Festuca*. Di che esorta ad uno studio accurato nel descrivere i caratteri generici, e specifici; ed a tener conto inoltre delle varietà che nascono dalla natura diversa dei luoghi ove crescono.

Brachypodium sylvaticum Parl. loc. cit. p. 487.
Pannocchia distica, inclinata con areste più lunghe nei fioretti superiori.
Bromus sylvaticus *a* gracilis Seb. et Maur. Prodr. p. 59.

Serrafalcus mollis Parl. Fl. It. V. I.° p. 395.
Pannocchia eretto-patente, indi contratta; spighette ovato-oblunghe; fioretti con aresta breve ed eretta. Bromus mollis Seb. Enum.

Queste 3 specie ho raccolto sul suolo degli ambulacri.

Bromus sterilis Seb. Enum.
Pannocchia quasi pendula; sphighette distiche, glume subulato-arestate.

Secondo Ordine dell' Anfiteatro.

Bromus Madritensis Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 57.
Pannocchia quasi semplice all' apice subnutante; spighette 8–12 flore; paglietta inferiore 7 nervia, bifido–arestata: aresta di pari lunghezza.

Sul suolo delle arcate al Primo Ordine.

Setaria verticillata Parl. Fl. It. V. I.° p. 110.
Pannocchia spiciforme subverticillata, involucri uniflori; sete 2 aculeolate scaberrime. *Panicum verticillatum* Seb. Enum.

Comune sul podio

Phleum tenue Parl. loc. cit. p. 87.
Pannocchia gracile, spiciforme: spighette piano-compresse.

Primo Ordine.

Poa bulbosa β vivipara Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 50.
Pannocchia ovata eretto-patente, indi contratta; spighette scarsiflore.
Sul podio copiosa.

Poa annua Seb. et Maur. loc. cit. p. 40.
Pannocchia-subunilaterale divaricata.

Terzo Ordine.

Poa trivialis Seb. et Maur. prodr. p. 40.
Pannocchia patente, spighette ovate subtriflore.

Sclerocloa rigida Parl. Fl. It. V. I.° p. 47.
Pannocchia subconferta, e subunilaterale, spighette a 5–11 fioretti.
Poa rigida Seb. et Maur. prodr. p. 52.

Eragrostis megastachya. Parl. V. It. V. I.° p. 30.
Pannocchia eguale patente, rami alterni, spighe conferte.
Poa megastachya Seb. et Maur. prodr. p. 53.

Eragrostis pilosa Parl. loc. cit. p. 30; gracile; pannocchia allungata, eguale, peduncoletti indi patenti, flessuosi. Poa pilosa Seb. et Maur. loc. p. 53.

Queste specie vivono nel Secondo e Terzo Ordine sul prospetto degli archi.

Briza maxima Seb. et Maur. loc. cit. p. 53.
Pannocchia quasi unilaterale, superiormente pendula; spighette ampio-ovate.

Vive come sopra.

Aira capillaris Maur. Cent. XIII.
Pannocchia capillare, tricotoma a peduncoli allungati, divaricati.

Terzo Ordine.

Avena barbata Parl. Fl. It. V. I.° p. 291.
Pannocchia patente unilaterale; spighette 2–3 flore; fioretti tutti arestati, dalla base al mezzo setoloso–pelosissimi; paglietta inferiore lungamente bifida, e le lacinie quasi in forma di aresta.

Oss: Quest'ultimo carattere, e la lunghezza dei setolosi peli la distinguono principalmente dall'Avena fatua, con la quale l'hanno parecchi botanici confusa; ed ho dubbio che anche il Seb. e Mauri nel loro prodromo sieno caduti in tale errore.

Copiosa sul podio dell'Anfiteatro.

Triticum villosum Parl. Fl. It. V. I.° p. 306.
Spiga distica, glume ciliato–villose ai margini, inferiormente lungo–arestate.
Secale villosum Seb. Enum.

Come sopra.

Vulpia ciliata Parl. loc. cit. p. 422.
Pannocchia subspicata unilaterale, margine delle pagliette inferiori lungamente villose. Festuca ciliata Seb. Enum.

Tra l'erbe del Primo Ordine.

Vulpia ligustica c hispidula Parl. loc. cit. p. 428.
Pannocchia composta unilaterale nutante; e glume e pagliette inferiori alquanto ispide. Bromus ligusticus Seb. Enum.

Vive tra l'erbe del Secondo Ordine.

Melica pyramidalis Seb. et *Maur. prodr.* p. 39.
Pannocchia a racemi quasi patenti; spighette nutanti 3 flore, imberbi.

Come sopra.

Chrysopogon gryllus Parl. Fl. It. I.° p. 146.
Pannocchia gracile, effusa, spighette 3 flore. Andropogon gryllus Seb. et Maur. prodr. p. 70.

Vive al Secondo Ordine.

Holcus lanatus Seb. et Maur. prodr. p. 38.
Mollemente pubescente pannocchia denso–ovata.

Fra l'erbe del Secondo Ordine.

Lolium perenne Seb. Enum.
Spiga gracile, eretta; spighette lanceolate, compresse 3–11 flore, mutiche; culmi con fascetti di foglie radicali sterili.

Sul suolo delle arcate al Primo Ordine.

ANALISI DEI TRE MAGGIORI TERREMOTI ITALIANI AVVENUTI NEL 1874 IN ORDINE SPECIALMENTE ALLE FRATTURE DEL SUOLO

MEMORIA

DEL CAV. PROF. MICHELE STEFANO DE ROSSI

Nel mio Bullettino del Vulcanismo Italiano dando notizia dei tre terremoti italiani maggiori avvenuti nell'anno 1874 rimandava il lettore a questi nostri Atti, perchè l'analisi di quei fenomeni maggiori, dovendo esser necessariamente alquanto estesa, non poteva rimanere proporzionata ai limiti ed allo scopo del Bullettino. Ed aggiungeva che il succedersi dei fenomeni non dà tempo quasi ad analizzarli separatamente, e che da per se medesimi si rischiarano vicendevolmente col moltiplicarsi. Quindi i tre maggiori terremoti dell'anno, quello cioè che ebbe centro nelle Marche ai 24 Febbraio, l'altro che spiegò la sua attività abbastanza energica fra la Toscana e le Romagne ai 7 Ottobre, e finalmente l'ultimo anche più forte e funesto che scompaginò molti paesi della Terra di Lavoro ai 6 Decembre corrente, spontaneamente mi apprestano materia ad una analisi complessiva di tutti riunitamente, con maggior profitto della scienza e minor tedio forse del lettore.

L'analisi che intraprendo non potrà esser piacevole, ma non mancherà di somma importanza, come dimostreranno le conseguenze; dalle quali apparirà che nella scienza sismica, mediante l'accrescersi il numero degli studiosi ed i buoni metodi ora adottati nell'osservare e nel classificare le notizie, siamo sul punto di moltiplicare considerevolmente le prime pietre del fondamento positivo della sismologia.

Prima di entrare nella spinosa analisi, voglio per debito di giustizia render grazie a coloro, che principalmente e sapientemente mi coadiuvarono nel raccogliere le circa duecento notizie, che formano la materia del presente lavoro. Furono essi i ch. Prof. Serpieri da Urbino, Casali da Camerino, Casati da Aquila, Bellucci da Perugia per il terremoto del 24 Febbraio. Per l'altro del 7 Ottobre debbo quasi tutta la collezione dei fatti all'attività del ch. sismologo il P. Timoteo Bertelli Professore nel Collegio alla Querce in Firenze. Questi oltre le notizie copiose mi ha trasmesso un suo ragionamento sul fe-

nomeno che sarò onorato di riportare per intiero al suo luogo. Per quel terremoto debbo citare anche il ch. Conte Antonio Malvasia di Bologna, il ch. Prof. Ragona di Modena il Senatore Scarabelli d'Imola ed il Prof. Tozzoli di Ravenna. E finalmente per il terremoto del 6 Decembre mi furono di singolare ajuto molte notizie raccoltemi dal P. C. Quandel Monaco Cassinese, dal Prof. Potito Santoro di Alvito, dal Cav. G. Nicolucci di Sora e le publicate dall'illustre Prof. Luigi Palmieri di Napoli. I nomi poi dei singoli che parteciparono notizie, quando mi siano noti compariranno ai loro luoghi. Lasciate queste necessarie premesse entriamo nell'argomento.

§. I.

NOTIZIE RACCOLTE SUL TERREMOTO DEL 24 FEBBRAIO E LORO RIDUZIONE IN DATI SCIENTIFICI.

Il piccolo terremoto, che avvenne il 24 Febbraio di quest'anno, passò quasi inosservato, perchè assai leggero; sicchè in pochi giornali politici se ne diè notizia e nei bullettini meteorologici fu appena menzionato per tre o quattro stazioni. Ma se il fenomeno non suscitò l'attenzione del publico e neanche quella dei dotti, perchè non fu disastroso, non per questo fu veramente quale apparve di niuna importanza scientifica. La sola vastità della regione scossa basta a collocarlo fra i terremoti, dei quali la scienza deve occuparsi specificatamente per istudiarvi le leggi del misterioso fenomeno. E sarà l'analisi di questo, come quella degli altri due alquanto maggiori, un nuovo saggio del modo di studiare il fenomeno proposto ed iniziato per alcuni capi dall' Illustre Prof. A. Serpieri e per altri da me nei terremoti dello scorso anno (1).

Incomincio dal riferire le notizie da me raccolte, intorno alle quali debbo manifestare il sommo dispiacere di averne dilazionato fin ad oggi l'ordinamento e lo studio, perchè se subito mi fossi accinto a questo lavoro, avrei ricercato maggior copia di documenti mentre fresca era la memoria del fatto, sopratutto procurandomeli dai luoghi, che nello studio mi risultavano più importanti e caratteristici. Ciò non ostante ordinando ciò che posseggo, spero

(1) Serpieri. Rapporto sul terremoto avvenuto in Italia la sera del 12 Marzo 1873. Memoria inserita nel Supplemento alla Meteorologia Italiana 1873. — De Rossi. Le fratture vulcaniche laziali ed i terremoti del Gennaio 1873. Atti dell'Accademia Pont. de'Nuovi Lincei, 19 Gennaio 1873. — Sulla continuazione del periodo sismico dal Febbraio all'Aprile 1873. Atti citati 23 Marzo.

poter almeno tanto descrivere di questo fenomeno, che ne risultino dati abbastanza utili nel confrontarli cogli elementi consimili provenienti dalle ricerche più accurate fatte per gli altri due terremoti. In ogni modo sarò pago se coll'analisi di questo e degli altri due terremoti, avrò dimostrato ai dotti quanto importante e fecondo campo per la scienza sismica si apra nell'adottar per l'analisi d' un terremoto il metodo adoperato dal Serpieri in quello del 12 Marzo, e sarò pur soddisfatto se col tentativo della imitazione avrò tributato una lode di fatto ed una testimonianza d'ammirazione per il bellissimo lavoro dell'illustre amico e collega negli studi.

Gli elementi che come fece il Serpieri debbono esser fissati per ciascun luogo di osservazione sono i seguenti. 1.° L'ora precisa del fenomeno in tempo medio di Roma per dedurne la velocità di trasmissione del moto. 2.° La direzione delle scosse, ossia l'orientazione delle onde sismiche sperimentate in ciascun luogo. Intorno a questa materia ho io molto studiato, ed i risultati da me ottenuti e pubblicati, coi quali sono riuscito a fissare alcune leggi meccaniche del terremoto subìte dalle fratture del suolo, furono insieme base e risultato delle ricerche del Serpieri nel fatto del 12 Marzo. Perciò in questa parte sarò accuratissimo per quanto le notizie lo permetteranno, e quest'elemento delle direzioni delle onde sismiche sperimentate nei singoli luoghi, confrontate coll' orientazione delle fratture del suolo e coll' elemento prima stabilito delle ore, ci darà la topografia sismica, ossia ci porrà sott'occhi l'andamento preciso delle correnti sismiche irragiate dal centro unico o dai centri diversi della impulsione sotterranea. Oltre a ciò verranno viemeglio poste in evidenza e sanzionate le suddette leggi meccaniche del terremoto nelle fratture. 3.° Cercheremo di stabilire la durata del fenomeno ossia il numero dei secondi che durarono le oscillazioni. 4.° Esamineremo se vi fu romba antecedente, concomitante o susseguente il fenomeno. Da questi due capi quantunque importanti non potremo per ora dedurre conseguenze, perchè troppo difficile, incerta e varia ne è la determinazione fra le notizie raccolte 5.° Porremo uno studio speciale a stabilire la forza ossia la intensità delle scosse per ciascun luogo. Intorno a questa materia il Serpieri nel suo lavoro campione si è attenuto ad una apprezzazione direi quasi arbitraria o vaga, senza stabilire un sistema convenzionale qualunque, dal quale poter ricavare una scala rigorosa e regolare delle intensità. Il rilevare questo difetto non è una critica che io faccia al Serpieri, ma è la scala convenzionale della forza sismica un bisogno nuovo della analisi scientifica, che sviluppandosi con lo studio non può contentarsi di una apprezzazione approssimativa. Sui molti

epiteti che sogliono essere applicati alla forza del terremoto dall'arbitrio degli osservatori non può fondarsi un criterio scientifico. Perciò io nel sopra citato Bullettino (1) ho proposto di stabilire convenzionalmente dieci gradi alle intensità delle scosse desumendoli dagli effetti risentiti dalle scosse medesime. Così essendo gli effetti il modo ordinario di descrivere i fatti usato dagli uomini non versati nella scienza ed il solo dato preciso che trovasi nelle memorie scritte e tradizionali dei passati tempi, avremo una maniera di ridurre ad una forma scientifica convenzionale anche i dati storici e molto più le notizie contemporanee non scientificamente determinate.

Ecco la scala da me proposta sulla quale modellerò i dati forniti nelle notizie. Anzi questa scala sarà qui arricchita di quei caratteri da esaminare fra gli effetti che coll'esperienza di un anno ho potuto conoscere d'aver trascurato nel primo impianto della medesima.

1	Scossa	leggerissima	=	Avvertita soltanto dai sismografi o da un sismologo.
2	»	debole	=	Avvertita da più d'uno.
3	»	leggera	=	Avvertita da molti.
4	»	sensibile	=	Scossa seguita da tremolìo di infissi, cristalli e soprammobili.
5	»	mediocre	=	Avvertita generalmente da moltissimi, seguita nelle città da un tocco di qualche raro campanello.
6	»	forte	=	Con suono più o meno generale di campanelli, oscillazioni di lampade, arresto di orologi nelle città; e nelle campagne tremito visibile o sensibile degli alberi e degli arbusti.
7	»	molto forte	=	Con caduta di calcinacci, suono di campane da torre, strepito, spavento abbastanza generale senza danni.
8	»	fortissima	=	Con caduta di fumaiuoli, lesioni nei fabbricati, fuga dalle abitazioni.
9	»	rovinosa	=	Con caduta totale o parziale di qualche edificio.
10	»	disastrosa	=	Con grandi rovine e vittime.

Dai caratteri prescelti fra gli effetti del terremoto ho escluso volontariamente tutti gli effetti prodotti sugli organismi dei viventi, perchè questi potendo provenire anche dagli squilibri elettrici, che accompagnano il terre-

(1) V. Fascicolo I Gennaio 1874, pag. 23 e pag. I.

moto, non sappiamo ancora se sempre si manifestino in ragione diretta della intensità del fenomeno. Per la medesima ragione ho escluso dalla scala di valutazione i fenomeni meteorici, che talvolta vediamo col terremoto, come sono l'aria calda e pesante, i colpi di vento improvvisi antecedenti, concomitanti e seguenti la scossa, i temporali ed i fulmini. Dico il medesimo dei rombi e delle alterazioni che si verificano nei pozzi e nelle sorgenti, perchè sono fenomeni quanto noti nel generale loro apparire col terremoto altrettanto ignoti nel loro modo di associazione a questo fenomeno. Ciò non toglie però che nell'apprezzare il fenomeno unitamente ai caratteri specifici si debba in casi dubbi aver riguardo al più o meno di manifestazioni indicanti in genere la perturbazione avvenuta nella calma della natura. Così pure avverto che malgrado la determinazione fatta dei caratteri, talvolta nella loro applicazione si può rimanere incerti per circostanze speciali. Può per esempio con una scossa *leggera* od anche *leggerissima* avvenire la caduta di un muro, di una impalcatura già cadente; questo fatto isolato non muterà la valutazione propria alla scossa per altri caratteri decisamente *leggera*. Così pure molte volte per la incertezza dei dati, ad una oscillazione del suolo potrà convenire la determinazione intermedia ed incerta fra due gradi vicini della scala da me proposta. L'analisi che segue dimostrerà come da siffatte piccole incertezze non venga punto alterata l'utilità scientifica di una scala convenzionale.

Roma. Incominciando la rassegna dei fatti da Roma, dove io mi trovo, è utile premettere che fin dal giorno 23 Febbraio antecedente quello della scossa maggiore in Roma da più persone furono notati piccoli tremiti del suolo. Uno di questi fu avvertito circa alle 3 pom.; un altro alle 9. 18 precise, cioè approssimativamente forse nell' ora medesima, nella quale franava una falda di monte presso Sorrento. Alle 11 pom. notavasi all'Osservatorio del Collegio Romano una molto straordinaria perturbazione magnetica e posso aggiungere anche la osservazione fatta da parecchi di una singolare agitazione con continuo ululato della Lupa, che conservasi nel giardino municipale sul Campidoglio. Alla mezzanotte fu avvertito qualche nuovo scuotimento di suolo, che corrispose con simile osservazione fatta nell'ora medesima nelle Marche. Poscia alle 6 ant. del giorno 24 altra lieve scossa mi si dice esser stata avvertita. Quindi io medesimo intorno alle 7 30 ant. ho avvertito un leggerissimo scuotimento di suolo. Poscia poco prima delle 8 una sensibile scossa, durata circa 8 secondi, ha agitato i sopramobili e fatto oscillare gli utensili di cucina. Il sismografo ha dato anche esso le sue indicazioni, tracciando un segno circolare del diametro di quasi due millimetri. Dall' insieme di tutti i dati

risulta che la scossa fu principalmente sussultoria con qualche ondata fra NO e SE; poscia ha spiegato la forma decisamente ondulatoria fra SO e NE. Le vibrazioni delle onde sono state sommamente celeri ed il pendolo sismografico ha continuato ad oscillare per più di un' ora. In più di una casa hanno suonato campanelli; e so di taluno di questi che trovavasi oscillante da SO a NE.

Recatomi di poi circa alle 9, 30 a visitare gli istrumenti magnetici nell' Osservatorio del Collegio Romano unitamente al ch. P. Angelo Secchi abbiamo trovato il bifilare tuttora in celere movimento meccanico. Oltre a ciò il ch. P. Secchi, quantunque non avesse nè esso nè altri dell'Osservatorio avvertito la scossa, ben vide che taluno dei lapis del meteorografo appunto verso le 8 avea tracciato qualche punto fuori di posto in conseguenza di scuotimento meccanico della macchina. Molte persone hanno narrato di aver passata male ed insonne la nottata dal 23 al 24. Un medico avente estesa clientela mi riferiva aver notato in tutti i suoi malati tranne pochissimi una eccezionale agitazione ed un lieve peggioramento. Nell'ufficio telegrafico nulla potè esser studiato, perchè il terremoto non fu avvertito ed avvenne nell'ora del cambio del personale, sicchè era sospesa da dieci minuti prima delle 8 fino a dieci minuti dopo quest'ora ogni cura degli istromenti.

Quanto all'ora precisa del fenomeno il Bullettino Meteorologico del Ministero d'Agricoltura assegna per Roma le ore 7, 53' ant. la quale ora dai debiti confronti da me fatti risulta abbastanza esatta e da potersi tenere per capo saldo nel ragionamento. In Roma questo terremoto non fu accompagnato da rombo, nè può con sufficiente sicurezza essere stimata certissima la durata di otto secondi sopra indicata. Quanto alla intensità del fenomeno in Roma dobbiamo stimarla del 5.° grado, cioè scossa mediocre perchè ai caratteri del 4.° grado che chiamiamo sensibile, si aggiunge l' esser stata *avvertita generalmente da moltissimi e di più seguita dal tocco di qualche raro campanello*.

Frascati. Percorrendo ora le notizie dei contorni di Roma, sappiamo dal Ch. P. Saverio Lavaggi Professore nel Collegio di Mondragone presso Frascati, che ivi la scossa fu avvertita intorno alle 7, 50 t. m. di Roma. Fu leggera ondulatoria della durata di 5 in 6 secondi, e che osservato il sismografo a polvere sotto il pendolo, si trovò che l'indice avea tracciato un piccolo solco nella direzione precisa di SO–NE. Lo scuotimento fu ivi accompagnato da un prolungato rombo avvertito da varie persone e creduto della durata di 50 secondi per lo meno.

In Frascati adunque fu forse la scossa minore che in Roma per l'intensità, ma vi fu di più avvertito il rombo forse per effetto della maggior quiete della campagna. L'ora può ritenersi quasi simile a quella di Roma; ma non essendo data con precisione la stimeremo solo buona, perchè non contradice troppo alla stabilita per Roma.

Rocca di Papa. Questo paese assai prossimo a Frascati e collocato nel centro del vulcano laziale, non solo non avvertì punto la scossa, ma è singolare che niuna traccia se ne trovò neppure nel sismografo abbastanza sensibile nelle scosse anche assai meno intense di questa di che si ragiona, d'onde si può ragionevolmente concludere che questo punto non fu sensibilmente agitato dalle onde sismiche.

Velletri. Questa città situata sul medesimo gruppo di monti vulcanici, ed elevata sopra uno dei crateri isolati fuori del centro del sistema, subì la scossa in maniera assai sensibile. Scrive infatti intorno ad essa il Ch. Prof. Don Ignazio Galli Direttore dell' Osservatorio Municipale, che prima delle 8 ant. fu da molti avvertita una scossa ondulatoria molto sensibile ma leggera nella direzione precisa del meridiano e che lasciò una traccia in forma di ellissi allungata nel sismografo a pendolo oscillante sulla sabbia. Questa ellissi misurava 4 mill. nel suo asse maggiore ed uno e mezzo nel minore. Nel sismografo non si vedeva traccia di scossa sussultoria ma il Galli dubita che il pendolo col movimento di oscillazione possa aver cancellato i primi segni di una scossa verticale. Aggiunge il sullodato Professore, che intorno all'ora non può dare ragguagli precisi, perchè esso non avvertì questa scossa, ma che invece benissimo sentì alle 5. 25 pom. in circa, un' altra piccola scossa parimenti dal N al S.

Con questi dati non sembra poter classificare la scossa di Velletri oltre il 3° grado, cioè la stimiamo leggera.

Anagni. Nel Bullettino meteorologico del Collegio Romano si trova citata questa città fra i paesi scossi circa alle 8 ant. senza altri particolari. L'essersi ivi tenuto conto della scossa senza preoccuparsi di darne descrizione, mostra che anche in Anagni come in Velletri essa fu avvertita da molti, ma non fu più che leggera.

Tivoli. Scrive da questa città il Rev. Sig. Can. Tommaso Coccanari che intorno alle 8 ant. s'intese una scossa ondulatoria fra NO e SE. Essa durò circa 10″, ed avvenne mentre l'aria era quasi tranquilla e solo con piccola ventilazione da SE. Il cielo in parte nuvoloso, l'atmosfera non fredda. Guardato subito il lago della solfatara delle acque Albule non vi si notò veruno

straordinario fenomeno. Il Bull. Met. dell'Oss. del Coll. Romano publica i dati spediti da Tivoli dal Ch. Sig. Petrucci, che possiede in quella città un privato Osservatorio Meteorologico. Questa notizia dice che la scossa avvenne alle 8. 5' e che fu lunga benchè non molto intensa. L'ora discorde di 12 minuti da quella bene accertata in Roma non può essere esattissima e perciò mi credo autorizzato non servirmene fra le ore di garantita precisione. Quanto alla forza del terremoto in Tivoli la giudico dai dati non diversa dalle ultime predette cioè *leggera*.

Subiaco. L'ingegnere Sig. Angelo Alvarez scrive al ch. P. Angelo Secchi, che alle 8 ant. circa furono intese due distinte scosse di terremoto ondulatorio da NO a SE divise da un intervallo di qualche secondo compreso il quale il fenomeno durò complessivamente circa 6''.

Queste notizie di Roma e dei suoi contorni, quantunque poche e non molto particolareggiate, considerate nel loro insieme abbastanza dipingono il carattere del fenomeno in questa regione. Esso ebbe quivi la sua massima intensità in Roma dove solamente spiegò alquanto il moto sussultorio. In Roma pure fu facilmente di poco anteriore nel tempo, perchè quantunque l'ora non sia data con precisione da verun luogo, pure però il più prossimo a Roma che è Frascati l'assegna simile alla romana 7. 50 e da tutti gli altri luoghi più distanti si parla delle 8 ant. E qui osservando che Roma è anche la più settentrionale fra le città, delle quali abbiamo esaminato, le relazioni possiamo concludere, che la scossa urtò prima e con maggior violenza la città di Roma provenendo dal settentrione.

Alla quale conclusione corrisponde anche il fatto, che dalla rimanente parte meridionale della penisola italiana niuna notizia fu publicata di questo terremoto, nè veruna a me ne fu data. Solo il Vesuvio risentì questa scossa avendone dato cenno il sismografo del Palmieri, mentre nulla se ne avvertì nella prossima Napoli. Le onde sismiche adunque generali e compatte si dileguarono poco al di là delle regioni Latine.

Ciò posto procediamo nell'analisi volgendoci ad altro gruppo di notizie ed esaminiamo le poche pervenute dagli Abbruzzi.

Aquila. Da questa città parecchie notizie furono spedite al ch. P. Bertelli in Firenze che me le communicò, dalle quali desumevansi dati molto approssimativi e che dipingevano la scossa come avvenuta alle 7: 42 ant. sentita da tutti forte, ondulatoria da E ad O di durata lunghissima apprezzata intorno ai 7'' e che non fu seguita da disgrazia veruna ma da timore generale e parimenti sentita in tutti i paesi vicini ad Aquila. Ma da questa città ebbi

la fortuna di ricevere una assai particolareggiata descrizione del fenomeno dal ch. sig. Prof. Giuseppe Casati in data 28 Febbraio e che mi pregio riferire testualmente.

« Alle ore 7. 42′ di t. vero locale dato dagli orologi di città si sentì
» una forte scossa di terremoto, scossa al dire di molti Aquilani più forte
» delle avvenute nello scorso anno. Questi terremoti ai quali paragono la
» scossa testè verificatasi accaddero nel Marzo come gia è noto; poscia nel
» Luglio si sentì la seconda che fu preceduta dal rombo e seguita da un
» violento colpo di vento tosto cessato, e finalmente per la terza volta fu
» sperimentato nel Settembre e generalmente avvertito, come narrarono an-
» che i publici giornali. Non posso precisare scientificamente la direzione
» dell'odierna scossa perchè manco di sismografo, tuttavia mi sembrò potersi
» definire approssimativamente da O^2N ad E^2S; e credo di appormi al vero
» perchè bene osservai il moto degli oggetti che mi circondavano. Infatti i
» più mi dissero che credono che la scossa andasse da occidente ad oriente,
» pochi poi mi dissero d'aver notato il contrario cioè da N a S. La scossa
» fu ondulatoria, la sua durata credo non sia stata maggiore di 10″, quan-
» tunque alcuni pochi vogliono che fosse di 15″ o 16″. L'intensità è carat-
» terizzata dalle seguenti osservazioni; suono di campanelli, caduta di po-
» chissimi calcinacci, screpolatura di qualche fumajolo di casupole cadenti,
» caduta dai tetti di qualche tegola per esser queste troppo sporgenti e non
» assicurate, caduta d'un muro che rovinava da se. Credo perciò che la sud-
» detta scossa del 24 Febbraio secondo la scala da Lei proposta possa chia-
» marsi forte ossia possa occupare il 6° grado della scala, giacchè le scre-
» polature dei comignoli e la caduta del muro non debbono esser conside-
» rate in questo caso, stante le condizioni delle fabriche, quali caratteri del
» 7.° ed 8.° grado della predetta scala delle intensità sismiche. »

Nulla resta a desiderare in questa accurata descrizione fattaci dal Prof. G. Casati. L' ora data esattamente in t. v. locale tradotta in medio di Roma viene a 7. 52′, 18″ poco cioè anteriore al momento dell'arrivo in Roma della medesima onda sismica. L'intensità però che è pure ragionatamente definita dal Casati fu maggiore ad Aquila che a Roma e raggiunse colà il 6.° grado mentre qui non ne sperimentammo che il 5.°

Chieti. Nei Bullettini meteorologici del Ministero di Agricoltura si legge senza indicazione veruna dell'ora, che anche in Chieti fu avvertita una breve scossa di terremoto. La mancanza assoluta di qualsivoglia particolare in questa indicazione accenna ad una scossa assai leggera, e l'averne notato per

unico carattere la brevità, contrasta coll'apprezzazione di assai lunga fattane in Aquila. Quindi possiamo concludere almeno relativamente alla intensità, che in Chieti fu assai minore lo scuotimento che in Aquila. Chieti è situata sul versante Adriatico degli Apennini, mentre Aquila siede nel centro dei medesimi. Difettando d'altre notizie queste due sole di Aquila e di Chieti bastano però a dimostrare, che negli Abbruzzi il terremoto invase piuttosto il centro dei monti che le vicinanze dell'Adriatico; lo che corrisponde con ciò che già notammo in Roma, dove il terremoto fu certo assai più forte che a Chieti.

Ma qui paragonando le notizie di Aquila con quelle di Roma, vediamo che in questi due luoghi la scossa fu quasi contemporanea e la intensità differì di un solo grado. La distanza però fra Roma ed Aquila è abbastanza grande per render poco verosimile tanto piccola differenza di tempo fra le due città. Oltre a ciò sarebbe difficile riconoscere il centro del terremoto in un punto qualsiasi intermedio fra Roma ed Aquila, perchè in questo luogo avrebbe dovuto il terremoto esser stato anche più energico che nei due punti paragonati, avrebbe cioè dovuto superare il 6.° grado. Ma niuna notizia ci pervenne da questa regione intermedia e perciò ben si capisce che il terremoto fu anche quivi leggerissimo. Dunque Roma ed Aquila si trovarono ambedue in punti quasi equidistanti o di due raggi o di due correnti sismiche che partivano da un centro più settentrionale nella penisola.

Posti ora da parte i dati raccolti progrediamo nell'analisi delle notizie e prendiamo a discutere le notizie pervenuteci dall'Umbria.

Amelia e Terni. Da Amelia mi scrive il ch. Can. Don Luigi Patrizi nei termini seguenti. « Circa le 7. 30 ant. tanto in Amelia quanto in Terni s'in- » tesero due scosse di terremoto l'una presso l'altra che in tutto durarono » circa 8''. In Amelia le scosse si intesero soltanto nella parte piana della » città, mentre nella montuosa non furono punto avvertite. Tanto in Ame- » lia quanto in Terni tutti gli orologi sono regolati col tempo medio di Roma. » Il detto giorno 24 Febbraio fu sempre caliginoso e l'aria piuttosto calda, » e sembrava primavera inoltrata. »

Qui dovrei discutere l'indicazione dell'ora, la quale sarebbe preziosissima se fosse data esattamente, ma poichè malgrado mie nuove ricerche non potè essere meglio definita, è d'uopo contentarsi di concludere a cagione della molta distanza dall'ora verificatasi in Roma ed in Aquila, che a Terni ed in Amelia la scossa ebbe luogo prima che in questa ultima città, lo che corrisponde in genere colla provenienza settentrionale delle onde sismiche già intravveduta. Ma un dato prezioso è pure compreso fra le notizie del Patrizi. Esso

afferma che la scossa fu avvertita nel piano non nella montagna, ed inoltre tacendo ogni particolare relativo alla intensità è lecito credere che fu scossa di poca importanza. Essa dunque avvenne prima che a Roma, ma fu probabilmente meno forte e certamente però più limitata nella regione che invase; e questa regione fu solo la parte piana ossia la valle del Fiume *Grande* confluente del Tevere che scorre fra questo e la Nera. Da tutto ciò possiamo inferire che i monti d'Amelia non furono il centro della scossa, quantunque essendo stati urtati prima di Roma dovettero trovarsi più vicini a quel centro ed in condizione da non risentirne la forza. L'importanza d'aver fissato questi punti apparirà dal seguito del ragionamento.

Perugia. Il Prof. Bellucci, benemerito Direttore dell'Osservatorio meteorologico di quella città, mi scrive che alle 8 ant. t. m. di Roma fu colà avvertita una leggera ma sensibile scossa di suolo. Esso non afferma esser precisissima la determinazione dell'ora, ma mi dice che l'inesattezza non può oltrepassare i 5' in più. Laonde non possiamo crederla eccessivamente distante dal vero. Quindi non la stimerò pel minuto, ma non la riterrò del tutto inutile nell'insieme del ragionamento.

Per ciò che riguarda la intensità, anche a Perugia fu di poco momento: anzi parve assai minore della sperimentata in Roma ed Aquila, perchè la notizia quantunque data da un osservatorio meteorologico neppure specifica se fu sussultoria od ondulatoria ed in quale direzione. Dunque tanto per l'ora certo più tarda di Roma e perfino di Amelia, come per la poca forza dello scuotimento, parrebbe che Perugia si fosse trovata assai lontana dal centro del terremoto e prossima piuttosto agli estremi confini dell'area agitata. Infatti al di là di Perugia nella Toscana questo terremoto o non fu punto avvertito o fu tanto piccola cosa da non meritare di esser notata. Tutti sanno come il ch. P. Bertelli in Firenze attenda indefessamente agli studi di sismologia e sia provveduto di ottimi istromenti a ciò. Egli raccoglie notizie sismiche da tutta l'Italia ma più specialmente dalla Toscana e nón manca di communicarle generosamente anche a me. Ora esso pel 24 Febbraio niuna notizia ebbe dalla Toscana ed in Firenze medesima neppure il Tromometro indicò in quell'ora agitazione straordinaria. Del pari da Livorno, dove il Monte nell'Osservatorio meteorologico è provveduto di buon Sismometro, niuna notizia mi pervenne. Mi è lecito adunque di riconoscere in Perugia un altro punto quasi estremo del fenomeno terrestre che analizziamo, il quale da ciò è chiaro che poco si estese nel versante tirreno dell'Apennino.

Ci rimangono da esaminare le notizie pervenuteci dalle Marche intorno a questo terremoto del 24 Febbraio.

Camerino. Il Prof. Osvaldo Casali si è dato ogni premura per fornirmi da questo luogo le informazioni le più precise le quali mi communicò e discusse in replicate lettere. Da queste risulta che il terremoto avvenne alle 7. 49′ del t. m. di Camerino e che fu bastantemente sensibile ondulatorio in direzione da ONO ad ESE. Durò 4″, e parve di poterlo classificare nel 5.° grado della mia scala di intensità, ed appellarlo *mediocre*. La pressione barometrica era di 704. 50 che corrisponde alla media di quell'alta città. La direzione del vento era in alto Libeccio ed in basso Scirocco leggero, il cielo coperto di cumuli ed uno strato allungato vedevasi al NO.

Le tavole diverse indicanti l'equazione del tempo per le varie città d'Italia differiscono alquanto fra loro per la città di Camerino. Io prendo la cifra adottata dal Serpieri nel sopra citato lavoro, perchè rappresenta la media fra le varie indicate ed è di 2′. 28″. Quindi l'ora data con ogni precisione di questo terremoto viene in t. m. di Roma alle 7. 46′, 32″.

Riguardo alla intensità stando alle notizie pervenutemi d'altronde parrebbe che fosse stata maggiore della apprezzata dal Casali. Anche i giornali quotidiani indicarono Camerino e luoghi vicini come il punto nel quale la scossa avea superato in intensità tutte le regioni circostanti delle Marche. Non volendo pregiudicare quella quistione attendiamo che si faccia la luce su questa dal confronto colle notizie che seguono.

Calmurano, Tolentino e Macerata. Da Calmurano presso Tolentino, scrissero ai giornali che verso le 7. 30 ant. del 24 Febbraio, erasi fatta sentire una considerevole scossa di terremoto ondulatorio nel senso di SSE ed aver durato almeno 15 secondi senza però recare alcun danno. Aggiungevasi in queste corrispondenze che non sapevasi se la cosa fosse passata similmente nei paesi circostanti. L'ora di questo luogo è data in t. v. locale.

Da Macerata mi scriveva la sig. Marchesa Liberati indicando che alle $7 \frac{1}{2}$ più o meno precise di tempo vero locale erasi provato un terremoto distinto in due scosse successive. La prima delle quali leggermente sussultoria dopo brevissima pausa passava alla seconda ondulatoria. Questa seconda fece suonare i campanelli e progrediva colle sue onde da SE a NO. La durata complessiva dei diversi movimenti superò certamente i 7″. Il tempo era bellissimo e si coprì poscia completamente tutto il cielo di nuvoli. La temperatura nel momento del terremoto era + 3 ed alle 9. 30 ant. era salita a + 6. Da altre notizie del medesimo luogo communicatemi dal ch. P. Bertelli risulterebbe che l'ora precisa del fenomeno fu alle 7. 35 del t. v. locale.

» 5'', con forse brevissimo intervallo di tregua fra le prime e le seconde.
» Si è notato bene che la direzione delle seconde era uguale a quella delle
» prime. Il sismografo ha dato la sola direzione per N 13° NE e S 13° SO con
» una traccia lunga 9 mm. Nel Collegio Raffaello ove io mi trovo, tutti l'hanno
» sentito più nei piani superiori e meno negli inferiori. L'ora l'ho presa
» dal telegrafo che aveva ricevuto il tempo da Fano nella mattina medesima.
» perciò debbo avvertire che l'ora da me telegrafata a Firenze era di 4' più
» alta del vero ».

Nulla v'è da appurare in questa nettissima e semplicissima descrizione del fenomeno. Solo mancano gli estremi abbastanza chiari per classificarlo nella scala delle intensità. L'averla il Serpieri appellata lieve non permette di chiamarla nè forte, nè mediocre ma il notare che fa dipoi d'averla tutti sentita ci obbligherebbe a considerarla appunto come mediocre ossia a collocarla nel 5 grado. Senza decidersi adunque per questo luogo della scala la valuteremo fra il 4° ed il 5° grado della medesima.

Dal di sopra d'Urbino ossia dalle Romagne niuna notizia mi è pervenuta del fenomeno e ciò è tanto più notevole in quanto che a Bologna il Malvasia ed a Modena il Ragona sono specialmente dediti alle osservazioni sismologiche. Quindi anche qui possiamo ritenere che Urbino fu assai presso agli estremi confini dell'area scossa. Anche il Denza il quale è più nell'alto dell'Italia assai intento osservatore e provveduto d'istromenti sismici non avvertì la scossa della mattina, ma invece mi scrisse che alle 6 pom. del medesimo giorno il declinometro oscillava alquanto verticalmente e meccanicamente.

§. II.

TOPOGRAFIA DEL TERREMOTO DEL 24 FEBBRAIO DEDOTTA DALLE ANALIZZATE NOTIZIE

I due elementi sui quali soli possiamo studiare la distribuzione topografica del terremoto ossia le vie dell'irragiamento delle scosse sono l'ordine delle ore e la scala delle intensità. Riassumo perciò questi due dati in uno specchio apponendo la lettera P alle ore ottenute con precisione un QP alle quasi precise ed un PR alle soltanto probabili, trascurando del tutto quelle indicazioni che sopra ho dimostrato essere invalide.

LUOGO	ORA	GRADO DI PRECISIONE	GRADO DI FORZA
Camerino	7. 46'. 32''	P	5° — 6°
Macerata	7. 46'	QP	6°
Calmurano	7. 46'	QP	6°
Aquila	7. 52'. 18''	P	6°
Urbino	7. 53 —	P	4° — 5°
Roma	7. 53 —	P	5°
Ripatransone	7. 54'. 04''	P	6°
Ancona	7. 55'. 46''	PR	4°
Ascoli	7. 59'. 28''	P	5°
Perugia	8''. 00 —	PR	4°
Tivoli	8 ant.	circa	3°
Subiaco			3°
Velletri			3°
Frascati			3°
Amelia	molto prima delle 8 ant.		4°
Terni			4°

Da questo specchio apparisce chiaro che la massima intensità del fenomeno fu quella del 6° grado della scala, che io appello semplicemente *forte*, e che questa forza massima verificavasi dove anche l' ora più bassa accennava essere stato il centro del primo scuotimento. L'esame delle ore facilmente addita eziandio, che da quel centro la propagazione del moto si diresse verso il Nord, il Sud, l'Est e l'Ovest della penisola, ma con velocità diverse, perchè non giunse ad uguali distanze in tempi uguali, lo che a prima vista non sembra ammissibile. Un' altra apparente anomalia pure si rileva dal nostro specchio, ed è che l'intensità della scossa non decresceva in ragione diretta nè della distanza percorsa nè del tempo impiegato a percorrerla. Vediamo infatti parecchi luoghi o distanti dal centro come Aquila o percossi assai tardi come Ripatransone ed Ascoli aver sperimentato la forza del fenomeno pari o quasi pari al centro del medesimo. Queste anomalie meritano una speciale considerazione, dopo la quale si muteranno in altrettanti dati sommamente luminosi ad insegnarci il modo di agire e di procedere del velocissimo fenomeno. E qui mi giova prevenire il lettore, che le medesime conclusioni ed i medesimi trovati risulteranno dall'analisi successiva degli altri due terremoti maggiori del 1874.

Non possiamo dubitare che il terremoto si manifestasse nella parte superiore della Valle del Chienti fra Camerino, Calmurano e Tolentino. Esaminando le distanze in linea retta ossia in raggi da questo centro verso tutti i luoghi dei quali conosciamo più o meno esattamente l' ora in che giunse l'onda sismica, troviamo una tale assenza di legge qualsiasi ed una tale con-

5

tradizione da rimanere veramente scoraggiti. Imperocchè noi troveremo distanze brevissime percorse in tempo lunghissimo e distanze assai lunghe percorse in tempo relativamente breve. Per esempio mentre ad Aquila distante in linea retta dai monti di Camerino intorno ad 80 kil. giungeva il terremoto in 6' minuti, a Roma che ne dista più di 120 kil. giungeva in soli 7' minuti; ed a Ripatransone che ne dista soli 40 o 50 arrivava dopo 8' minuti. Senza dilungarmi nella enumerazione, lo specchio che segue delle distanze mette in evidenza la incredibile anomalia.

Ma poichè nello specchio io voglio presentare contemporaneamente l'anomalia colla sua soluzione, voglio premettere al medesimo alcune considerazioni. Più volte nei miei passati lavori con molti nuovi argomenti ho mostrato quanto verosimile sia la teoria di quei geologi, che riconoscono nella rete delle fratture della crosta terrestre l'apparato di circolazione della causa del terremoto. In questo apparato di circolazione parmi che si debbano distinguere le arterie dalle vene, ossia le maggiori dalle minori fratture, cosicchè vi siano in questo apparato tellurico i vasti ed i piccoli meati sotterranei, come vi sono le vaste e le ristrette valli alla superficie esteriore. Le linee delle grandi creste dei monti formanti d'ordinario l' asse d' un sollevamento montuoso corrispondono anche ad una grande frattura e sono un grande asse di dislocazione. Le valli maggiori dei principali corsi dei fiumi tanto rettilinei quanto serpeggianti fanno capo a siffatte creste dell'asse maggiore del sollevamento, formando con esso almeno nel cominciamento un angolo retto. Se è vero che il terremoto si trasmette per le fratture così disposte, egli è chiaro che non seguirà le rette linee dei raggi dal suo centro di diffusione, ma dovrà serpeggiare principalmente e con maggiore celerità nelle grandi fratture assiali e propagarsi da queste nelle secondarie che vi fanno capo e poscia penetrare in quelle di terzo ordine, estinguendosi infine nelle ultime come in vene capillari. Questo concetto io proposi nel Gennaio 1873 allorchè esaminando la direzione delle onde sismiche nei terremoti laziali le trovava mai sempre normali o parallele agli assi delle fratture vulcaniche locali. Poscia il Serpieri confermava, anzi luminosamente poneva in evidenza questo medesimo concetto nella maravigliosa analisi, che egli seppe fare del grande terremoto del 12 Marzo. In quel vastissimo terremoto mediante il duplice confronto dell'ora e delle direzioni delle scosse, il lodato autore riconobbe esser stata scossa dapprima una parte della zona assiale apennina e poscia essere stato propagato il moto diviso in altrettante correnti quante catene e valli dirigevansi dalle creste centrali dei monti verso i lidi dei due

mari Tirreno ed Adriatico. La vastità di quel grande terremoto permise al Serpieri di confermare la mia teoria con una anche vasta applicazione, ed a lui dobbiamo la fruttuosa idea di ritrovare la topografia del terremoto nell'analisi del tempo, dentro il quale giungevano le scosse ai due lidi marini.

Ora però il piccolo ed insieme esteso terremoto del 24 Febbraio ci presenta un fenomeno, che colle sue limitate proporzioni permette di esser seguito nel suo progressivo corso nelle fratture principali e nel suo passaggio particolareggiato dalle principali alle secondarie. Questo studio mentre conferma luminosamente che l'apparato di circolazione del terremoto sono appunto le fratture del suolo, ci renderà ragione del perchè in tempi eguali l'onda sismica non giungeva ad eguali distanze di linea retta, mentre percorreva invece le linee serpeggianti ed angolose delle fratture. A persuadersi della verità di cotesto fatto basta osservare come non può avvenire a caso che la confusione e la niuna regolarità di velocità che trovavamo calcolando la trasmissione in linee rette scomparisca del tutto dando luogo invece alla comparsa di una legge uniforme di trasmissione per ciascuna corrente, purchè la guidiamo nelle vie delle fratture secondo il loro ordine. Lo specchio che segue servirà di dimostrazione parlante.

Nel promesso specchio, una colonna è dedicata a dinotare le distanze lineari a raggio diretto dal centro del terremoto, cioè dai monti di Camerino e Valle del Chienti. Una seconda esprime le distanze calcolate sulla via della frattura assiale appennina e sulla derivata della valle o catena sulla quale sta situato il luogo paragonato. Una terza addita la medesima distanza per un altro giro che avrebbe potuto fare l'onda sismica dentro le fratture per giungere a quel medesimo luogo. E l'una e l'altra di queste due serie di calcolazione di distanza avranno a lato la indicazione coi nomi topografici delle catene e delle valli sul cui asse è calcolata la distanza che si riferisce.

Da questa duplice via che nella rete delle fratture principali si può supporre esser stata percorsa dall'onda sismica, risulterà un altro dato importantissimo, che sciogliendo una difficoltà si converte contemporaneamente in novella prova della teoria esposta, colla quale stabiliamo nelle fratture l'apparato di circolazione e di trasmissione del terremoto. Nell'analisi delle notizie ho avuto molta cura di stabilire il grado di intensità delle scosse. Da questo esame come ho già detto risultò, che la forza massima del terremoto non si verificò soltanto nel centro del medesimo, ma anche in altri punti diversi da quello o per distanza di luogo, come fu in Aquila, o per tardità di ora come fu in Ascoli e Ripatransone. Furono urtati il primo dopo 13' minuti

ed il secondo dopo 8' minuti. Non può esser a mio avviso un caso fortuito, che questi soli tre luoghi appunto fra tutti gli esaminati, come furono i più violentemente percossi, così pure si trovino in una speciale condizione topografica fra le fratture principali del suolo. A cagione della loro posizione fra le screpolature avviene che in ambedue le vie per le quali potea loro giungere il grosso dell' onda sismica dal centro comune del movimento, risulta uguale la distanza da percorrere. Quindi è lecito non solo ma anche assai ragionevole supporre, che in quei luoghi avvenisse l'incontro delle correnti sismiche partite dal centro comune per due canali diversi. Egli è perciò indubitato, che un tale incontro dovette rafforzare la forza impulsiva creando quasi un nuovo centro di irradiazione di un urto parimenti novello.

Ma nel seguire come faccio il terremoto lungo le fratture, sono dolente che la scarsità delle notizie non mi permetta di determinare meglio le velocità nei singoli tronchi della propagazione, ossia di stabilire le differenze di velocità concepite dalle onde sismiche nei tratti primari e nei secondari. Dallo specchio risulterà che il terremoto in alcune direzioni, che potremo chiamare primarie, corse colla velocità di circa 20 kil. a minuto; e che nei tratti secondari si svolse con altra prossima a 10 kil. per minuto. Nel terremoto del 6 Decembre, che poscia esaminerò, ho potuto verificare, che dove l'onda sismica lasciando la frattura principale dividevasi e si diramava in corsi secondari, perdeva anche la velocità iniziale e diveniva più lenta. Che il medesimo possa essere avvenuto nel terremoto nel 24 possiamo non solo supporlo per analogia, ma eziandio vederne un indizio nell' ora che appunto a noi parve incerta di Amelia e Terni. L'ora di questi luoghi data dal Patrizi come presa al t. m. di Roma e senza particolari garanzie di esattezza, mi sembrò incerta per fondarvi ragionamento. Solo potei dedurne che Amelia fu urtata assai prima di Roma. Ora aggiungerò che quell'ora così bassa indica, che fu anche assai prossima a quella di Camerino. Esaminando infatti sulla carta la posizione di Amelia si vede, che essa si trova sul fiume *Grande* e presso alla sua foce nel Tevere; oltre a ciò sta pure poco lungi dalla foce del Nera sul Tevere medesimo. In una parola Amelia è vicina al primo incrociamento delle fratture principali e per conseguenza al primo possibile diramarsi dell'onda sismica che nel 24 Febbraio scendeva da Camerino per la frattura e valle del Nera. Ben potè dunque avvenire che in quel primo tratto la velocità dell'onda sismica superasse di molto i 20 kil. al minuto e perciò ad Amelia potè giungere il terremoto pochi momenti dopo la sua partenza da Camerino. Se avessi dati potrei e dovrei verificare questo medesimo fatto per la corrente che se-

guendo la frattura della cresta degli apennini si divideva nelle valli derivate da quelle creste per giungere ad Aquila colla velocità media di 20 kil. ed ad Ascoli e Ripatransone con quella di 10 kil. Ma poichè la corrente che giunse ad Aquila, per un tratto dovette correre unita a quella che giunse ad Ascoli, la velocità mutò nel biforcamento e divenne assai meno di 20 kil. verso Aquila come minore di 10 kil. verso Ascoli. E qui non sarà senza interesse nè inutile l'aggiungere, che misurata sulla carta la lunghezza del tratto percorso dall'onda sismica verso Aquila per la cresta dei monti prima di entrare nella valle speciale derivata dal Fiume Aterno, e misurata del pari la lunghezza dell' altro tratto di corrente pervenuto ad Aquila per la frattura del Nera prima di entrare nella valle speciale del Velino, trovasi piccolissima differenza di lunghezza fra le due fratture: lo che rende anche ragione dell'ugual tempo impiegato nelle due vie per incontrarsi le due correnti sotto Aquila.

L' ultimo elemento nel quale io debbo cercare la luce sull' oscuro argomento, è l'analisi delle direzioni sperimentate nei singoli luoghi dalle onde sismiche. Nel Gennaio 1873, trovai nei terremoti laziali che la direzione di esse onde era costantemente parallela o normale, ovvero successivamente l'una e l'altra verso l' asse della frattura vulcanica locale. Da questo fatto dedussi la ormai nota legge meccanica del terremoto , che cioè esso scuote le fratture del suolo o parallelamente al loro asse o normalmente al medesimo, perchè la forza endogena, la quale è causa del terremoto, mentre spinge verticalmente gli strati, è obbligata dalla resistenza dei medesimi a diffondersi orizzontalmente lungo la via aperta nella frattura. Ma la forza interna nel tentativo verticale aprendo e sollevando i labbri della frattura, li obbliga a vibrare massime dopo l'urto ritornando all'equilibrio. Donde può dirsi che *allo scuotimento di una linea di frattura corrisponde la vibrazione trasversale dei suoi labbri.*

Questa legge da me rinvenuta trovò un altrettanto luminosa quanto cortese conferma nell' analisi più volte citata fatta dal Serpieri sul terremoto del 12 Marzo 1873. Questi trovò nella rassegna delle direzioni sperimentate nei singoli luoghi, che dal centro apennino diffondendosi le correnti sismiche lungo le valli , producevano più o meno sensibilmente onde parallele e normali agli assi delle valli medesime.

La statistica dei danni avvenuti in ciascun luogo per antichi terremoti, confermerebbe la mia legge, come infatti il Serpieri provò in Urbino. Anche io intorno a ciò, ho raccolto molti fatti ; ma non posso qui parlarne.

Volendo confrontare le notizie sulle direzioni delle onde sismiche verificate nei singoli luoghi ai 24 Febbraio coll'orientazione degli assi delle relative fratture locali, troverassi per ciò una speciale divisione nel quadro seguente.

Specchio degli elementi certificati nell'analisi per riconoscere nelle fratture del suolo la topografia e la velocità delle correnti sismiche nel terremoto del 24 Febbrajo 1874.

Luoghi dai quali si ebbero le notizie	*Ora dell'arrivo delle scosse in t. m. di R.*	*Minuti di differenza dal centro sismico stabilito verso Camerino*	*Distanza dal centro in linea retta e conseguente velocità dell'onda sismica per ogni min. primo*	*Distanze dal centro sismico secondo gli assi delle fratture principali derivate dalle creste dei monti, e conseguente velocità dell'onda sismica per ogni minuto primo*	*Distanze dal centro sismico secondo gli assi di altre fratture principali non derivate dalle creste dei monti, e conseguente velocità delle onde sismiche per ogni minuto primo*	*Direzione delle onde sismiche*	*Orientazione degli assi delle valli-fratture per ciascun luogo*	*Grado dell'intensità*
Camerino	7.46'.32''	0	0	—	—	ONO — ESE	*Chienti* NNE — SSO.	6°
Macerata	id	0	0	—	—	SE — NO	*Chienti* NE — SO.	6°
Calmurano	id	0	0	—	—	SSE	Vi è un affluente del *Chienti* diretto da SSO. La notizia provenendo da giornali dubito sia errata e che debba correggersi SSO.	6°
Roma	7.58'	7'	k. 120 = 18	—	Per la valle della Nera e poscia per quella del Tevere si svolgono circa k. 140 = 20	NO-SE o SO-NE	*Tevere* NO — SE.	5°
Frascati	—	—	—	—	—	SO — NE	*Frattura vulcanica laziale* diretta NO — SE.	3°
Velletri	—	—	—	—	—			
Subiaco	—	—	—	—	—	N — S	*Idem* N—S ed altra NO—SE	3°
Tivoli	—	—	—	—	—	NO — SE	*Aniene* NO — SE.	3°
Aquila	7.52'.18''	6'	k. 80 = 13	Per i monti Sibillini e poscia per la valle dell'Aterno si svolgono k. 120 = 20	Per la valle della Nera e poscia del Velino e del Rajo sono k. 120 = 20	NO — SE	*Idem* NO — SE ed altra N—S	3°
Ancona	7.55'.46''	9'	k. 55 = 6	—	Per la valle del Chienti e poscia per la frattura sinclinale adriatica si svolgono in circa fra 90 e 100 = 10.	E — O e N — S	*Rajo* ed *Aterno* E.O	6°
Ripatransone	7.54'.54''	8'	k. 45 = 5½	Per i monti Sibillini e poscia per la frattura del M^e^. Regina e valli dell'Aso o del Tesino sono circa k. 90 = 11	Per la valle del Chienti e poscia per la frattura sinclinale e dipoi rimontando l'Aso o Tesino sono circa kil. 90 = 11	SO — NE	*Frattura sinclinale* NO—SE	4°
Ascoli	7.59'.28''	13'	k. 40 = 3	Per i monti Sibillini e loro prolungamento e poscia per la valle del Tronto circa k. 140 = 11	Per la valle del Chienti e poscia per la frattura sinclinale e di poi rimontando il Tronto circa k. 140 = 11	—	—	6°
Urbino	7.58'	7'	k. 70 = 10	Per il M^e^. Penna e Cucco e poscia per la valle del Burano e suoi confluenti sono kil. circa 80 = 11 ½	Per le Valli dell'Esino e suoi paralleli e poscia per la frattura sinclinale e rimontando il Burano si svolgono almeno k. 150 = 20 e più.	—	—	5°—6°
Perugia	8.00 / 7.55	14' / 9'	k. 50 = 4 / k. 50 = 5 circa	Per la valle della Nera e poscia risalendo quella del Tevere si svolgono circa 140 k. così la velocità viene in 14' = 10, circa.	Per la cresta dei monti fin verso la regione del Catria e poscia per la valle del Chiascio sono circa 90 k. e così la velocità viene = 11'.	N 13 NE a S 13 SO	*Metauro* SO — NE e frattura del Furlo NNE — SSO	4°

Riassumendo adunque i risultati tutti della svolta analisi concludiamo che ai 24 Febbraio 1874 un impulso sismico urtò assai presso le creste apennine nella regione di Camerino ossia nell'alta valle del Chienti. Da quel punto le correnti sismiche irraggiarono all'intorno intromettendosi nelle fratture e si diressero in grossi volumi entro le principali; cioè lungo le creste dei monti sibillini, nella valle del Nera ed in quella del Chienti. Dalla valle del Chienti la corrente penetrava nella grande frattura sinclinale apennina parallela al lido Adriatico e da quella rimontava le fratture e valli derivate dall' alto apennino centrale. Quivi incontravansi fra loro le correnti sismiche minori che dipartite dal comune centro ed avviate nella frattura della cresta assiale dei monti sibillini, deviavano a sinistra discendendo verso l' Adriatico. Nei luoghi ove avveniva l'incontro delle due correnti si sperimentava una intensità di scossa simile alla patita nel centro primitivo del fenomeno. La velocità media in questa porzione risultò di kil. 10 circa per ogni minuto primo. L'altra porzione di corrente avviata per la frattura del fiume Nera giunta agli incrociamenti delle valli e fratture del Velino e del Tevere suddividevasi in parecchi altri rami. Uno di essi giungeva ad Aquila in coincidenza forse con una porzione di corrente sismica discesa direttamente dalla prolungazione delle creste apennine per la valle del fiume Aterno giungendo in Aquila colla velocità media di kil. 20 al minuto per ambedue le vie. Un' altra ramificazione della corrente scesa sotto il Nera suddivisa anche essa in due, da una parte saliva la valle Tiberina urtando Amelia e poscia forse Perugia dove giungeva colla velocità di kil. 10 al minuto; dall'altra parte discendeva la medesima valle Tiberina con maggiore energia e volume arrivando a Roma colla velocità simile a quella di Aquila cioè percorrendo kil. 20 a minuto.

Questi furono gli andamenti delle correnti dirette a Levante ed a mezzodì. Della corrente diretta a settentrione conosciamo bene solo la porzione incaminata verso Urbino, la quale fu assai debole e giunse a quella città percorrendo 10 kil. a minuto. Questa passò probabilmente prima per un tratto della cresta assiale apennina sotto i monti *Penna* e *Cucco*, e poscia abbandonando la detta cresta presso il *Cattria* incamminossi verso Urbino guidata dalla frattura del Furlo ossia del fiume Burano ramificandosi anche nei suoi affluenti. Che sia stata questa la via verso Urbino parmi abbastanza indicato dalla mancanza di notizie del terremoto nel seguito della cresta apennina in Toscana dove perciò non sembra giunta veruna delle correnti principali, ed inoltre dall'esser cotesta la via reggia delle fratture in quella direzione, e finalmente dalla distanza regolare che corrisponde alla velocità di kil. 11 a minuto che

è appunto la velocità sperimentata in questo terremoto per le correnti più deboli, mentre le più energiche percorsero kil. 20 a minuto. Abbiamo anche una controprova non molto valida ma pure non dispreggevole per supporre che la poca corrente venuta a settentrione non oltrepassasse poderosamente la regione del Cattria sulla cresta e si riversasse quasi tutta nella valle del Burano. Imperocchè appunto presso il Cattria un'altra frattura diretta a ponente e portante il fiume *Chiascio* potè guidare da questa parte la scossa verso Perugia, dove se giunse alle 8 arrivò molto rallentata avendo percorso soli 7 kil. a min.: e se giunse come è più probabile alle 7. 55 arrivò colla velocità stessa colla quale si diresse ad Urbino, cioè di 11 kil. a minuto. In ogni modo adunque questa corrente settentrionale fu assai meno veloce della meridionale che corse con doppia celerità, e ciò torna a dimostrare che il terremoto non sfogò la sua forza verso il settentrione, ma solo verso il mezzogiorno della penisola.

Gli altri dati relativi alle condizioni meteoriche ed altro, in mezzo alle quali avvenne il terremoto, saranno esaminate in fine cumulativamente per tutti i tre terremoti che formano l'oggetto della presente memoria.

§. III.

NOTIZIE RACCOLTE INTORNO AL TERREMOTO DEL 7 OTTOBRE 1874.

Ora con lo stesso metodo intraprendiamo l'analisi del terremoto del 7 Ottobre, che urtò principalmente la Toscana e la Romagna. Avendo però svolto nell'analisi antecedente tutto il processo ragionativo e possedendo per questo terremoto notizie più abbondanti in grazia come ho detto della attività, dottrina, e cortesia del ch. P. Bertelli, procurerò ristringere i concetti e le notizie al puro necessario, onde non dilungare di troppo questo minuto lavoro.

Prevengo il lettore che questo terremoto essendo stato più forte del precedentemente esaminato e meno esteso in superficie compromessa, nell' ordinare le notizie ho trovato che in esse l'elemento più universalmente ben chiarito è quello della intensità. Non mancano gli elementi sufficienti anche per lo studio dell'ora; ma poichè quelli predominano su questi, comporrò i gruppi delle notizie riunendole secondo i gradi di intensità piuttosto che secondo le posizioni topografiche.

Tossignano. Fra i luoghi più fortemente scossi è da annoverare questo paese non molto lontano dalle cime apennine nel versante Adriatico. Comincio anche volentieri da questo punto perchè ivi il terremoto fu osservato maestrevol-

mente descrittomi (per quanto poteva nel difetto di istromenti); dal ch. sig. Prof. Luigi Tozzoli di Ravenna. Riferisco tutta la sua interessante lettera.

« Erano le ore 4, 46 pom. del giorno 7 Ottobre allorchè inaspettatamente
» si sentì una breve scossa di terremoto con poco rombo, la quale tosto venne
» seguita dopo 2 o 3 minuti da una seconda assai più violenta, più prolun-
» gata, e con forte rombo. Fu questa la maggiore scossa che si ebbe a la-
» mentare, ed ogni danno avvenuto deve ad essa attribuirsi. Nel momento
» del rombo, l'atmosfera agitata mandò uno scroscio particolare che non sa-
» prei meglio a quale altro rassomigliarlo, che a quello prodotto da molte
» invetriate contemporaneamente oscillanti con molta forza.

» A queste due prime scosse ne seguirono altre due nell' intervallo di 5
» o 6 minuti: ma queste furono molto minori, e per intensità non parago-
» nabili punto alle due prime. Dopo si ebbe un poco di calma fino alle ore
» 6 e 6 minuti, momento in cui questa venne a cessare per una quinta scossa,
» molto maggiore delle due precedenti. Alle 6, 28, vennero la 6ª e 7ª scossa
» che per intensità superarono la precedente. Poi a ore 8, 49 si ebbe un ot-
» tava scossa; alle 9, 19 una nona, ed alle 9, 32 una decima, che dopo 2 mi-
» nuti fu seguita dall' undecima, alla quale tenne dietro la dodicesima, a
» ore 11, 45 che fu l'ultima del giorno 7.

» Nel giorno 8 a ore 0, 30 antim. venne una forte scossa che dopo una
» pausa di 15 minuti fu seguita da un' altra leggerissima, alla quale tenne
» dietro una terza sulle ore 3, 30, e a questa, ad ore 3, 59 successe la più
» forte scossa della notte, che risvegliò dal sonno quelle poche persone che
» in questi luoghi dormivano. Dopo un quarto d'ora vi fu una quinta scossa
» che venne seguita da una sesta a ore 4, 29; poi da una settima alle 4, 42,
» e da un ottava alle 5, 10. Alle 5, 24 successe la nona scossa, alla quale
» seguì una decima a ore 7, 18, e a questa l' undecima ed ultima di quel
» giorno, ad ore 12, 10. Con un sismometro se ne sarebbero notate un nu-
» mero maggiore, giacchè dal principio della perturbazione fino alle ore 5, 24
» del giorno 8, in Tossignano, dove io mi ritrovava, il suolo si mantenne
» in un continuo tremolìo. In tutte, notai 23 scosse nello spazio di 19 ore
» e 22 minuti.

» Le prime scosse le sentii in campagna tre miglia circa al Sud di Tos-
» signano, e dai leggeri franamenti di una ripa non molto lontana che ri-
» ceveva prima le scosse, non che dalle oscillazioni delle cime elastiche di
» più alberi potei ricavarne approssimativamente la direzione, che mi parve
» da O. S. O, all'E. N. E. Di segni precursori della perturbazione non ne os-

» servai alcuno, ed il cielo in quel giorno si mantenne grigio plumbeo, e
» l'atmosfera calma.

» Alla seconda scossa osservai il mio orologio, e vedendo che veniva se-
» guita poco dopo da altre due, pensai che il fenomeno fosse per durare,
» e perciò mi posi a notare, e continuai per un qualche tempo. A memo-
» ria d' uomo non fuvvi giammai in questi paesi un terremoto così forte,
» e così prolungato, ciò che contribuì grandemente ad impaurire assai la
» popolazione, la quale già presentiva imminente qualche terribile catastrofe.

» Lo scuotimento del suolo fu massimo nella parte alta delle vallate del
» Santerno, del Sillaro, e dell' Idice, queste due ultime sono all' ovest del
» Santerno, non che di quella del Senio che vi sta a levante. Dagli alti
» gioghi dell'Appennino procedendo verso la pianura lo scuotimento andò mano
» a mano scemando, di modo che parve si estinguesse fra i colli delle marne
» subappennine presso la strada Emilia, imperocchè, in Imola, e in Faenza,
» poche furono le persone che lo sentirono. Però le marne furono agitate
» violentemente, come asseriscono i contadini che vi hanno abitazione, i
» quali con molto spavento ne videro franare le alte, e sottili creste in fondo
» ai burroni che le solcano in ogni direzione; il che vedevasi pure da lon-
» tano per la polvere sollevantesi nell'aria sopra diversi punti.

» I paesi di Firenzuola, Castel del Rio, Fontana, Tossignano, e Casal fiu-
» manese nella valle di Santerno, ebbero forti scuotimenti : ma Firenzuola,
» e Castel del Rio, come più alti, ne risentirono maggiori effetti.

» Sassoleone, e i limitrofi luoghi, nel Sillaro, vennero molto danneggiati.

» Palazzuolo, Casola Valsenio, e Priolo, sul Senio, vennero scossi non poco;
» ma Palazzuolo più di tutti.

» In Castel del Rio le scosse continuano tuttora (la lettera è datata 11 No-
» vembre), come pure si sentono a più o meno lunghi intervalli nelle altre
» parti della valle del Santerno, non che in quella del Senio.

» Gli effetti prodotti da questo terremoto si compendiano in muri caduti,
» o screpolati; nella caduta di molti cammini, di cornici, e di volte di edi-
» fizi, non che di piccoli franamenti in alcune rupi.

» Nelle selve dell' appennino i castagni si scuotevano forte e battevano
» fra loro i rami in modo tale, che misero lo spavento nei bacchiatori di
» castagne, i quali dovettero scendere dagli alberi, e smettere il lavoro.

» Le scosse furono in generale ondulatorie, e poche sussultorie si nota-
» rono pochi giorni sono in Tossignano. Di una casa detta *Granaro* situata
» nella china di un alto monte vicino a Castel del Rio, la quale venne molto

» danneggiata, si dice che i danni fattile dal terremoto paiono l'effetto di
» una mina che sotto vi fosse stata incendiata; imperocchè una parte del
» tetto venne sospinta, e lanciata in alto come avrebbe fatto un' esplosione
» di polvere pirica. Questa casa per fortuna trovavasi in quel momento senza
» abitatori. »

« P. S. Debbo aggiungere un luogo che prima ho dimenticato di men-
» zionare e che fu assai danneggiato dal terremoto. Esso fu il villaggio Pian-
» caldi, luogo superiore a Sasso Leone lungo la valle del Sillaro.

» Credo anche opportuno avvertirla relativamente alle ore delle mie os-
» servazioni che per le prime quattro scosse le presi dal mio orologio da
» tasca e le successive le presi dall'orologio del paese, che dovrebbe segnare
» il tempo medio di Bologna. Quindi Ella vede che poco assegnamento può
» farsi sul tempo delle dette osservazioni, fatte senza veruna pretesa, e solo
» per soddisfare alla mia curiosità. »

Non occorrono commenti a questa descrizione, dalla quale apparisce, che Tossignano, Castel del Rio, Val Maggiore, Piancaldi, e gli altri luoghi nominati dal Tozzoli, furono assai prossimi al centro del fenomeno, la cui intensità raggiunse il 9° grado della scala coll'appellativo *rovinosa*; e si sperimentò sempre maggiore, quanto più si esamini a monte delle valli di quei fiumi; si troverà poi sempre minore, quanto più si scenda verso il piano. Intorno all'ora non si può ragionare per questo luogo.

Marradi, Valdinera, Palazzuolo, Crespino. Da questi luoghi non ho avuto notizie dirette, ma bastano le publicate dai giornali per formarsi un concetto non inesatto del fenomeno. In essi si legge come segue: Le scosse di terremoto, che si notarono in Firenze, furono molto più forti e più ripetute a Marradi e dintorni. Alle ore 4 e 53 minuti si ebbe colà la prima che fu fortissima, con moto ondulatorio e sussultorio, tanto che mise in molta apprensione gli abitanti di quel paese. I danni si ristrinsero alla caduta di qualche tegolo o di qualche cammino.

Alle ore 6, e alle 7 e 10 minuti di sera si tornarono a sentire delle scosse che furono fortunatamente assai più leggere; alle ore 3 e minuti 10 e alle ore 4 e minuti 10 antimeridiane per altro, due scosse piuttosto forti ma in senso ondulatorio soltanto, spaventarono siffattamente gli abitanti da spingerli in parte a cercare scampo alla campagna. Rovinò qualche comignolo, e alla chiesa di Valdinera rovinò la vôlta soprastante l'altar maggiore e quella di un altro altare, tanto che l' uno e l' altro per la caduta del materiale furono ridotti in frantumi. In una casa colonica di Valdinera rovinò affatto

il secondo piano, e i muri furono tanto sconquassati da renderla inabitabile. L'ingegnere municipale Munghini si recò subito a Valdinera, e visitò anche molte altre case per accertarsi se presentavano pericoli.

Non è da rimanere incerti nell'assegnare anche a Marradi ed al suo montuoso circondario l'intensità medesima assegnata al circondario di Tossignano cioè la *rovinosa,* ossia il 9.° grado della scala. L'ora delle 4. 53, per le ragioni dette già di sopra, è indubitatamente in tempo vero locale data più o meno precisamente dal publico orologio. La differenza fra il tempo vero ed il medio ai 7 di Ottobre era di 11' 47''. Il meridiano di Marradi coincide con quello di Ferrara; quindi la differenza con Roma sarà di 3, 21 Ovest. Con questi dati la scossa di Marradi viene in t. m. di Roma alle 4. 44'. 43''. È argomento di esattezza sufficiente, il vedere coincidere nel medesimo luogo, come apparirà dal seguito, i dati della forza massima della intensità sismica con la più bassa fra le ore ben accertate del terremoto.

Tutti questi luoghi, dei quali abbiamo finora esaminate le notizie, sono quelli nei quali dagli effetti dobbiamo concludere, essere stati i più fortemente percossi e classificati nel 9° grado della intensità. Faccio osservare che essi sono più o meno prossimi alle creste apennine, che separano la Toscana dalle Romagne; e sono tutti collocati nel versante Adriatico dell' apennino medesimo. Non occorre adunque altro ragionamento per stabilire in questa regione il centro del terremoto. E vedremo come i dati che seguono, confermano questo giudizio.

Passiamo all'esame delle notizie, che rappresentano il grado primo inferiore a questo nella intensità, cioè l'8° che appelliamo *fortissimo.*

Firenzuola. Questo luogo non è lungi da Palazzuolo, di cui sopra si è parlato. Ivi da corrispondenze del Bertelli apparisce, che screpolarono i muri delle case coloniche, ma non ne caddero i fumaiuoli. Fu scossa del 8° grado cioè *fortissima,* come appunto più o meno dovea essere per la sua prossimità a Marradi.

Gaggio del Piano. Scrive il Bertelli, che in questo paese, distante 4 miglia da Modena, caddero molti cammini e la scossa fu *fortissima.* Dal seguito delle notizie apparirà, come questa forza in prossimità di Modena sia una anomalia; mentre nel Modenese le onde sismiche giunsero assai snervate e produssero da per tutto lievi scuotimenti.

Vicchio e San Sepolcro. Luoghi prossimi alle sommità apennine nel versante Toscano. Ivi, al dire del Bertelli, suonarono tutti i campanelli e cadde un cammino in una casa colonica. Dobbiamo chiamarla scossa *fortissima,* quantunque lo fu forse meno che nei luoghi prima enunciati.

Dei luoghi ove la scossa fu soltanto fortissima, il solo Firenzuola trovasi nella regione stessa, ove le altre notizie designavano la scossa anche più forte, cioè nel circondario di Marradi. *Gaggio del piano* è ben lungi di qua, come abbiam visto, e la sua scossa è una anomalia, della quale ora non ragiono. *Vicchio e San Sepolcro* sono i luoghi i più prossimi alle creste appennine dal lato della Toscana, dei quali conosciamo notizie. Sono anche i più prossimi a Marradi; e ciò non ostante furono i soli punti che raggiunsero l'8° grado della intensità sismica, e non pertando furono i più fortemente scossi nella Toscana. Quindi è già forza concludere che la scossa cominciata sotto le creste apennine si diresse con maggior furia verso l'Adriatico, che verso il Mediterraneo.

Scendiamo ora all'altro grado inferiore di intensità cioè al 7° grado denominato *di molta forza*.

Fusignano. Anche questo luogo trovasi presso Palazzuolo in Romagna. E dalle corrispondenze del Bertelli apparisce, che la scossa fu assai sensibile. Spaventò i cittadini, ma non danneggiò il caseggiato. Ivi però le scosse continuarono ad essere avvertite di tanto in tanto fino al giorno 18 Ottobre. Quantunque manchino i dati assai precisi, pure da ciò che se ne dice e dalla posizione topografica di questo paese non possiamo collocare la scossa in un grado inferiore al settimo.

Portico. In questo piccolo luogo e lungo tutta la valle del Montone nella regione montuosa, cioè non lontana dai monti di Marradi, mi fa sapere il Bertelli, che intorno alle 5 pom. si avvertì una leggera scossa seguita subito dopo da altra assai più forte ed alquanto lunga. Anche qui vi fu grande spavento senza danni materiali. Poscia circa alle 4 ant. del seguente giorno 8 fu ivi sentita un' altra non tanto forte ma prolungata scossa di terremoto.

Modigliana. Questa città situata lungo il corso del fiume Marzena a circa 20 chilometri di distanza dalle creste dei monti ed altrettanto circa da Marradi, secondo le informazioni del Bertelli, alle 4. 45′ pom. del t. m. di Roma, avvenne il terremoto. Suonarono i campanelli ed il pubblico orologio. Quindi non si può errare nel chiamare la scossa del 7° grado, cioè *molto forte*. Quivi il terremoto fu preceduto da rombo ed avvenne che un gatto, il quale dormiva tranquillamente sulle ginocchia di una persona, balzò via d'un salto e fuggì prima dell'arrivo della scossa.

È facile vedere come la valutazione del 7° grado, che specifica il terremoto molto forte, sia toccata a tutti luoghi del versante adriatico e più o meno prossimi alle creste apennine, quantunque meno dei luoghi prima esaminati,

che abbiamo trovato aver subìto gradi di scuotimento più elevati. Ciò conferma che le correnti sismiche principali si diressero maggiormente verso la Romagna. L'esattezza dell'ora di Modigliana è stimata buona dal Bertelli. In questo paese fu anche sensibile benchè leggera la scossa avvenuta di poi intorno alle 7 e fu eziandio accompagnata da rombo.

Veniamo ora all'esame del sesto grado, ossia del semplicemente *forte*.

Scarperia. Da una corrispondenza del Bertelli apprendo, che nella villa Amerighi, detta la *casa bianca* presso Scarperia (Muggello), regione situata sul versante toscano degli Apennini ma prossima sempre alla sommità, la scossa fu avvertita alle 4. 45′ pom. Ivi specialmente nella montagna si sentirono tre forti scosse, due delle quali, l'una poco dopo l'altra, e la terza all'alba del giorno seguente. Sembra che gli animali non ne abbiano dato veruno indizio preventivo; ma solo durante e dopo la scossa, si mostrarono spaventati. I piccioni della fattoria fuggirono tutti dalla colombaja. Questi dati non sono i caratteristici del 6° grado: ma ben si comprende che con i fatti riferiti non si può la scossa valutare di minore intensità. In quanto all'ora non si dice di qual tempo s'intenda; perciò non è da servirsene. In Scarperia fu a quanto pare assai forte la scossa della mattina del giorno 8 in sull'alba: ne risentì specialmente la montagna.

Imola. In questa città, secondo che riferisce il sig. Conte Francesco Tozzoni, alle 4. 53, furono avvertite due scosse di terremoto; la prima fu leggera, e dopo 40 secondi circa ne succedette un'altra di maggior forza e di più lunga durata, forse di 12″ o 13″. La direzione dell' ondulazione sembrò E–O; ma un lume appeso oscillava da N a S. Subito dopo vi fu una terza scossa, non da tutti avvertita. In quanto all' esattezza dell' ora si ha, che quella data qui sopra fu presa dall' orologio della città, che non si sa con qual tempo fosse regolato (1). Perciò su quest'ora non si può far fondamento. In Imola fu bene avvertita anche la scossa della mattina del giorno 8 e fu determinata alle 4. 15 ant. come pure quelle avvenute prima intorno alla mezzanotte ed alle 6. 44 pom. del giorno 7.

Bologna. Intorno alla scossa di questa città debbo riferire, ciò che il benemerito sig. Conte Malvasia pubblicava nei giornali di quella città nello stesso giorno 7 Ottobre. Alle ore 4 48′ 28″ tempo medio di Roma, in Bologna sono avvenute due assai sensibili scosse di terremoto, l'una appresso all'altra coll'intervallo di forse 2 secondi, e quest' ultima scossa è sembrata maggiore della prima.

(1) Questa osservazione mandata dal Tozzoni dopo le prime notizie, serve a modificare ciò che su quelle prime notizie spedite dal medesimo pubblicai nel Bullettino del Vulcanismo italiano fasc. IX, e X pag. 134, dove si dice che l'ora 4. 53 è data con precisione in t. m. di Roma.

Nell' isosismometro dopo la seconda scossa si è rilevato uno spostamento negli aghi, come appresso: a Nord di millimetri 1. 8, a Nord-Ovest di 6. 8, a Ovest di 8. 8, a Sud-Ovest di 5. 9, a Sud di 1. 6, a Sud-Est di 6. 0, a Est di 8. 7, a Nord-Est di 6. 6. L'ortosismometro ha pure segnato un moto sussultorio di millim. 2. Quindi la scossa è avvenuta nella direzione di Est-Ovest. Il barometro segnava millim. 755. 2; il termometro unito al barometro gradi + 19.° 8, l'altro degli istrumenti sismici + 19.° 2 centigradi. Una conferma della direzione della scossa si è avuta ancora dal sismoscopio Malvasia, ed anche dall'avvisatore a mercurio.

Gli orologi al piano superiore col pendolo nella direzione di Nord-Sud si sono fermati; le imposte delle finestre si sono sbattute, le lampade sospese nella volta della camera per oltre mezz'ora hanno ondeggiato, i fili telegrafici esterni appoggiati ai muri della casa essi pure ondeggiavano visibilmente. Pochi istanti prima della scossa il pendolo dell'isosismometro era fortemente agitato con vortici, prevalendo la direzione di Nord a Sud-Ovest percorrendo 39 linee della scala, 50 delle quali corrispondono a due millimetri. Precedentemente nei giorni 3, 4 e 5 del mese si ebbero moti assai rimarchevoli in questo pendolo, talchè si dubitava di qualche fenomeno speciale. Presentemente, ore 6. 8 pom. le forti oscillazioni sono cessate, quindi giova ritenere che il fenomeno non si rinnovi.

L'ora di Bologna esattamente notata servirà poscia nell'esame della velocità delle onde sismiche. Gli elementi relativi alle forze non lasciano dubbio veruno per collocarla nel 6.° grado cioè fra le scosse forti.

Anche relativamente alle scosse del 6° grado continua a manifestarsi la proporzione medesima indicante lo sfogo della tempesta sismica esser corso verso la Romagna. Di tre luoghi dei quali sappiamo la scossa esser stata *forte*, due sono nella Romagna e piuttosto lontani dalle sommità degli apennini, uno solo è in Toscana ed assai prossimo alle sommità montuose. E qui è da osservare che la massima parte di queste notizie essendo state raccolte dal Bertelli che è in Firenze, vi abbondano molto le provenienti dalla Toscana; dalla quale se vi fossero stati fatti di qualche gravità sarebbero venute al dotto sismologo numerosissime le relazioni.

Il medesimo giudizio si conferma ancor più coll'esame delle scosse del 5° e 4° grado, cioè del *mediocre* e del *sensibile*. Questi gradi d'intensità fra le circa cento notizie raccolte intorno a questo terremoto compariscono per le sole città di Meldola e di Forlì nella Romagna. Niuna città della Toscana secondo i dati riferiti fu colpita con questa forza; di modo che è chiaro che

tranne i paesi della montagna presso Scarperia e Ronta, nel resto la scossa principale di quel giorno fu più o meno *leggera*.

Forlì e Meldola. Il Prof. Riatti scrive che alle 4. 46′ 28″ del t. m. di Roma avveniva il terremoto ed era sentito soltanto da alcune persone che trovavansi ferme in casa. Un signore che era a tavolino ed altro ammalaticcio seduto vicino sentirono entrambi un senso di eccitamento al vomito e mal di mare prima del terremoto. I giornali aggiungono che la scossa fu abbastanza sensibile ondulatoria e che durò circa 9″. Il sig. Marchese Antonio Merlini poi scrive che essendosi esso trovato assente può soltanto riferire che la scossa fu debolmente tracciata dal suo sismografo nella direzione SE–NO. Aggiunge inoltre per relazioni udite, che l'ondulazione fu di breve durata e non parve seguita da altre scosse successive come d'ordinario avviene. Ognuno vede che appena l'insieme di tutti questi dati può comportare il 4° grado cioè di scossa *sensibile*.

Di Meldola poi dicono i giornali che patì una scossa assai più sensibile di quella toccata a Forlì. Infatti Meldola è di molto più inoltrata nella valle verso i monti, d'onde è ormai chiarissimo che procedeva il movimento. Anche qui adunque dall'insieme delle apparenze più che da dati positivi posso stabilire la valutazione dell'intensità in un grado solo superiore a quella di Forlì stabilendola nel 5.° grado cioè nel *mediocre*.

In Forlì è prezioso il dato dell'ora dataci con tutta precisione dal Riatti e che ci servirà più innanzi nella nostra analisi. È da aggiungere che in Forlì si sentì un poco anche la scossa matutina del giorno 8. Suppongo sia quella delle 4 ant.

Segue ora secondo l'ordine intrapreso il terzo grado dell'intensità cioè il semplicemente *leggero*. Per questo grado come è chiaro deve divenire assai estesa la massa delle notizie perchè vieppiù estesa deve esserne la zona di paese scosso in questa forma. L'indebolirsi delle onde sismiche viene dal loro espandersi. Perciò a noi basterà scegliere fra le notizie raccolte un certo numero che possa servirci a stabilire poi la topografia del terremoto.

Cesena, Bertinoro, Lugo. Poche notizie scelgo per la parte del versante Adriatico nella corrispondenza del Bertelli. Di Cesena si dice solo che la scossa fu alquanto lunga, parve ondulatoria e non fu da tutti avvertita. Di Bertinoro, che è vicinissimo a Cesena medesima, sappiamo che fu stimata leggera, prolungata ondulatoria con forte rombo. È chiaro adunque che in questa parte quantunque non lontana dal centro del terremoto le onde sismiche erano già assai deboli e raggiunsero solo il 3.° grado, furono cioè veramente come le

chiamano i relatori *leggere*. Infatti si vedrà dal seguito, che nella Romagna meridionale la scossa punto non si diffuse. Di Lugo poi altro non ci si riferisce che esser avvenuta la scossa in forma sussultoria e che avvenne circa alle 4. 45 del t. m. di Roma. La forma sussultoria include già una certa intensità della scossa, come anche l'ora, quantunque data all'incirca, essendo così prossima all'ora del primo apparire della scossa, parrebbe dimostrare che quivi l'onda sismica fu energica e sollecita. Ma d'altronde nulla dicendosi che accenni a qualche importanza della scossa, non mi sembra ben lecito stabilirne il grado della intensità più elevato che nel *leggero*.

Modena. Il ch. Prof. Ragona pubblicò nei giornali esatte notizie, dalle quali abbiamo l'ora ed il grado 3.° ben definite.

« Alle 4. 52 pom. avvennero anche a Modena tre scosse vicinissime di ter-
» remoto ondulatorio, della durata complessiva di sette secondi. Il sismografo
» ne indicò la direzione da NE a SO. »

Firenze. Da questo luogo le notizie si ebbero le più importanti e precise come era naturale attenderle dal ch. sismologo, che colà dimora, il P. Timoteo Bertelli. Ma la sua relazione a me trasmessa colla preghiera di presentarla integra alla nostra accademia, contenendo anche considerazioni importanti sull'insieme del fenomeno generale, merita di formare corpo da sè. Di essa perciò formo il paragrafo seguente, anche come principio della discussione dei fatti raccolti; lo che abbrevierà anche a me l'analisi e le conclusioni mie intorno a questo terremoto. Intanto qui debbo solo ricordare, che dalla descrizione del Bertelli risulta per Firenze l' ora certa del fenomeno alle 4. 49′ 49″ t. m. di Roma ed il grado terzo della intensità, che diciamo *leggero*.

Alvernia. Dalle corrispondenze del Bertelli si rileva che intorno alle 5 pom. vi fu leggera scossa ondulatoria da NO a SE. I particolari procurati per ottenere miglior precisione nell'ora non hanno dato soddisfacente risultato.

Compiobbi. Questo luogo è sulla ferrovia da Firenze a Roma e dista da Firenze circa 12 kil. Ivi dal confronto di diversi orologi piuttosto buoni pare che la scossa sia stata provata alle 4. 48′. Compiobbi essendo un piccolo luogo sulla ferrovia, suppongo con buona ragione che regoli il tempo colla ferrovia medesima, cioè col t. m. di Roma. Donde inferisco che l' ora di Compiobbi può avere qualche importanza nel nostro ragionamento.

Passiamo finalmente al gruppo di notizie che ci rappresentano la scossa *debole* ossia del 2° grado della nostra scala.

Reggio d'Emilia. Dalle corrispondenze del Bertelli apprendo, che ivi il terremoto fu appena avvertito da qualche malato. I più non lo sentirono e così anche avvenne nei paesi vicini. Laonde è indubitato, che ivi la scossa fu *debole*.

Campiglio e Vignola. Dalle corrispondenze del Bertelli sappiamo che in questi due luoghi prossimi fra loro e situati sulla sinistra sponda del Panaro non lungi da Modena la scossa fu *debole* e non si estese neppure fino a Castel Vetro paese ivi prossimo e che sorge sul torrente *Guerro* confluente del Panaro.

Pergola e Cagli. Secondo le notizie del Bertelli in ambedue questi luoghi la scossa fu *debole* perchè avvertita da pochi.

Porretta. Il ch. sig. Demetrio Lorenzini scrive, che la scossa fu duplice ma *debole*, essendo stata avvertita da pochi.

Prato, Pistoia, Ferruccia. Dalle corrispondenze del Bertelli si rileva, che la scossa fu piccolissima e probabilmente provenne dalle valli del Bisenzio, del Bura, e dell'Ombrone, fu ondulatoria O–E ed avvenne più o meno alle 4. 50′ del t. m. di Roma. Non si erra adunque a classificarla fra le *deboli*.

Rignano. Piccola città nella valle dell'Arno a 18 miglia da Firenze. Ivi secondo le notizie del Bertelli la scossa giunse alle 4. 49′ circa del t. m. di Roma, fu piccola ed avvertita da pochi, dunque noi l'appelliamo *debole* cioè del 3.° grado.

Possiamo pure indicare un luogo che rappresenta il 1.° grado della scala della intensità, ossia il designante le scosse leggerissime avvertite solo dagli istromenti. Anzi questo luogo, che è Moncalieri, mentre fu fuori dell'area scossa sensibilmente, mostra però l'importanza somma che avrebbero in Italia, se esistessero, frequenti osservatori sismici. In Moncalieri, ci fa sapere il Denza, che mentre la scossa non giunse; tutto però il periodo delle ore sismiche fu rappresentato dalla agitazione dei magneti, i quali furono di molto perturbati dalle 3 alle 9 pom.

Prima però di lasciare l'analisi delle notizie, debbo riferirne alcune altre, le quali non esprimendo dati relativi all'intensità, ne contengono invece altri aventi speciale importanza.

Empoli. Piccola scossa ondulatoria da N a S, si dice avvenuta alle 4. 45 in t. m. di Roma, lo che non pare possa essere esatto a cagione della sua distanza dal centro del terremoto, mentre Firenze, che si trovò più vicina a questo, l'ebbe alle 4. 49.

Ronta in Mugello. Questo luogo è verso l'alto dei monti nel versante toscano dell'Apennino. Quivi si riferisce esser stata sentita più fortemente la seconda scossa che la prima, quella cioè delle 6 pom. Si aggiunge poi che nella notte seguente si sentirono altre scosse leggerissime.

Faenza. Si dice che la scossa ivi probabilmente avvenisse alle 4. 50′ t. m. di Roma, e che altre scosse sieno state avvertite da pochi nei giorni antecedenti e susseguenti il 7 Ottobre.

Messina. Abbiamo fra le notizie che anche a questa città lontanissima dal luogo del terremoto appunto alle 5 pom. circa del giorno 7 Ottobre avvenne una scossa di terremoto.

Vesuvio. Dal Vesuvio non abbiamo notizie particolareggiate per questo giorno. Solo sappiamo che dal 4 all'8 Ottobre il Sismografo dell'Osservatorio del Palmieri fu sempre leggermente inquieto.

Finalmente debbo pur notare i luoghi, dai quali ho positivamente saputo che la scossa non fu avvertita. Questi luoghi classifico in due categorie. L'una dei luoghi che trovansi fuori della regione del terremoto e che perciò servono a meglio determinare i confini geografici del fenomeno. L'altra dei luoghi interni all'area scossa, e circa i quali perciò dobbiamo indagare la causa che li esentò dal terremoto. Appartengono alla prima serie San Casciano distante sole 9 miglia da Firenze, Val d'Arno superiore, Livorno, Siena, Cortona, San Geminiano, Lucignano, Città di Castello, Perugia con tutta l'Umbria, Rimini con tutta la bassa Romagna e le Marche, Ferrara col Veneto. Non fu poi neanche avvertito a Cosenza col resto delle Calabrie, che pur sogliono risentire spessissimo i terremoti anche lontani. Così pure rimasero tranquilli gli Abbruzzi e le provincie Romane.

I luoghi poi compresi nell'area del terremoto e rimasti tranquilli per quanto conosciamo furono, Castel Vetro nel Modanese, Fiumalbo sull' alto apennino nel circondario di Paullo, Monte Morello e Calenzano presso Prato nella Valle del Bisenzio e Bagnone nell'alto apennino.

Finalmente a conclusione della enumerazione delle notizie, prima di por mano a discuterle, sarà opportuno riassumere sotto l'ordine delle ore nelle quali avvennero, le altre scosse che seguirono la grande avvenuta secondo i vari luoghi fra le 4. 44 o 4. 45 e le 5. pom. A ciascuna ora riferirò tutti i luoghi, dei quali sappiamo aver sentita la scossa.

Ore 4, 44′ p. Scossa principale e generale.
Ore 6, 00 Tossignano. Scossa molto maggiore della antecedente.
Ronta in Mugello. Scossa ugualmente stimata assai più forte.
Marradi. Scossa più forte seguita da danni.
Ore 6, 08′ Bologna. Il Malvasia trova nel pendolo cessate le oscillazioni. (Ore 6, 08′ precise t. m. di R.)

Ore 6, 28′ Tossignano. Due scosse anche più forti.

Ore 6, 40′ o 7, 00 p. Marradi scossa leggera e sensibile.

Modigliana. Idem.

Portico. Idem.

Imola. Idem.

Firenze. Idem.

Ore 8, 10′ Tossignano. Leggere scosse.

Ore 9, 19′ Tossignano. Idem.

Ore 9, 32′ Tossignano. Idem forse in coincidenza colle oscillazioni distinte osservate dal Bertelli in Firenze alle 9, 37 del t. m. di Firenze.

Notte dal 7 all'8. Ronta. Parecchie scosse leggerissime.

Ore 12 o poco prima o poco dopo. Tossignano. Piccola scossa.

Imola. Idem.

Ore 0, 30 a. Tossignano. Leggere scosse.

Ore 0, 45 a. Tossignano. Idem.

Ore 3, 10 a. Marradi. Leggera scossa.

Ore 3, 30 a. Tossignano. Idem che probabilmente è la medesima di Marradi delle 3, 10′.

Ore 4, 10′ o 4, 14′ Tossignano. Scossa alquanto forte.

Marradi. Idem.

Imola. Idem.

Portico. Idem.

Forlì. Scossa leggera.

Ora 5, 24′ Tossignano. Scossa leggera.

Scarperia. Scossa ben forte.

Velletri. È singolare che circa forse in quest' ora due scosse furono avvertite anche in Velletri presso Roma.

Ore 7, 18′ a. Tossignano. Lievi scosse.

Ore 12, 10′ p. Tossignano. Ultima scossa del 8′ Ottobre.

Riferite ed ordinate le notizie tutte utili al ragionamento debbo scendere al ricavarne gl'insegnamenti sul fenomeno che si studia. Ma intorno a questo terremoto mi gode l' animo di poter dare la preferenza alle considerazioni rimessemi dal chmo. P. Bertelli alle quali io poi aggiungerò qualche parola.

§. IV.

ALCUNI APPUNTI SUL TERREMOTO DEL 7 OTTOBRE 1874, E DESCRIZIONE SPECIALE DI ESSO NELLA CITTÀ DI FIRENZE.

NOTA

DEL CH.° P. TIMOTEO BERTELLI S. B.

Il piccolo terremoto che seguì anche a Firenze nel giorno 7 Ottobre, alle 4.° 45′ p. circa (1), in t.° m.° di Fir. (che equivarrebbe alle 4.° 49′. 49″ in t.° m.° di Roma), benchè distintissimo a' miei istrumenti nel doppio moto che presentò, orizzontale cioè e verticale, non fu da tutti nè egualmente sentito e giudicato, sia nello stesso luogo, sia in diversi luoghi della città e del circondario. Qui in Collegio delle poche persone che a quell'ora si trovavano in casa, tre soli lo sentirono direttamente, trovandosi esse ferme e tranquille agli ultimi due piani del fabbricato. Una di queste leggeva in piedi appoggiandosi ad un mobile, e sentì due ondate successive di fianco provenienti presso a poco da E. ad O. Un altro, allo stesso piano, stava conversando, appoggiato colle mani incrocicchiate dietro alla vita allo stipite dell' uscio di una camera, in modo che il suo fianco stava rivolto a NNO: ora egli si sentì per due volte successive come sospinto leggermente verso l'interno della camera stessa, cioè verso la parte di NNO. Ciò avveniva appunto perchè il moto procedeva da quel rombo, e non erasi ancora comunicato alla persona: per la stessa ragione che chi è in carrozza urta colle spalle verso la parte dalla quale la carrozza ha preso le mosse. Egli è per la stessa ragione che nel mio nuovo Avvisatore sismico, come in quello del C.° Antonio Malvasia, la palluccia cade sempre verso il rombo dal quale è proceduta la scossa (2). Invece l'altra persona la quale conversava con quella che ho detto, trovandosi orientata in un piano perpendicolare alla prima, non avvertì punto quel moto impulsivo, ma sentì soltanto un tremito come di una carrozza che passasse per la via. Ritengo che la ragione di questa diversità di sensazione sia che il moto d'inflessione della persona dall'avanti all'indietro, o viceversa, è troppo naturale e frequente perchè possa venire avvertito

---

(1) Al mezzodì del giorno seguente trovai che il mio orologio correva di un $\frac{1}{3}$ di minuto.

(2) Nella descrizione dell'Avvisatore Malvasia pubblicata nella Rivista scientifico-industriale, e poi riprodotta nel Bullettino del Vulcanismo italiano per una svista fu detto che la pallina cadeva dalla parte opposta all'impulsione.

qualora avvenga anche involontariamente per causa accidentale, purchè il moto non sia straordinario. Ritengo pure che per simile ragione avvenisse che nel terremoto del 12 Marzo 1873, delle molte persone che qui trovavansi sedute a tavola, mentre quelle che tenevano la faccia o le spalle a NO, da dove partì la scossa, non l'avvertirono, fu sentita invece da quelle che a quella parte tenevano rivolto un fianco. Finalmente una terza persona che trovavasi seduta all'ultimo piano del Collegio, sentì pure la scossa di fianco, cioè come procedente da NE a SO: pochissimi però, qui ed altrove in Toscana (a quanto io mi sappia) s'accorsero del moto sussultorio, il quale, sebbene piccolo, certamente ebbe pur luogo. La ragione di ciò credo sia che il moto ondulatorio viene ordinariamente amplificato, per rinsacco d'onda dai fabbricati come da tante léve, mentre non è così pel moto sussultorio (1). Nel cenno che pubblicai sul terremoto del 7 Ottobre, non notai che il *moto risultante finale*, quale appariva ancora nel pendolo del *Tromometro*, alcuni minuti dopo le scosse: le indicazioni di questo istrumento erano allora le seguenti, in decimi di millimetro: NNO–SSE 33, 0; N–S 32, 0; NO–SE 29, 0; ONO–ESE 23, 0; O–E 19, 0; SO–NE 18, 0; OSO–ENE 18, 0. Ritengo però che questo movimento fosse dovuto non già alle sole prime impulsioni avvertite dalle persone, ma anche ad altre più piccole, le quali vennero poi a dirigere ed amplificare il moto pendolare curvilineo secondo l'asse NO–SE. Infatti gli spostamenti prodotti probabilmente solo dalle prime scosse negli otto indici della rosa dei venti dell'Isosismometro furono i seguenti (espressi pure in decimi di millimetro): E 8, 0 – O 2, 0; NE 6, 0 – SO 0, 0; NO 3, 5 – SE 2, 0; – N 2, 0; S 0, 0. Con questi dati costruendo, in iscala maggiore (p. e. di $0^{mm}, 1 = 5^{mm}$) sopra una rosa dei venti il poligono sismico, apparisce che tre furono le impulsioni principali cioè NO–SE, NE–SO, E–O (2). Questa curva inoltre vedesi tutta eccentrica, e come trasportata verso i medesimi punti E, NE e NO dai quali pare venissero le scosse, ciò che molte altre volte ho osservato tanto nei terremoti che nei moti microsismici notevoli. Questo fenomeno indicherebbe forse una depressione locale del suolo prodotta in seguito al sollevamento precedente avvenuto al punto centrale

(1) Nelle case l'orientazione e intersecazione dei muri maestri, la loro altezza, la disposizione dei travi e dei correnti dei tavolati, influiscono anche a modificare la direzione e la forza del movimento.

(2) La direzione E-O è quella della vallata dell'Arno nel punto ove sbocca la vallata del Mugnone, nella quale noi siamo. Quest'ultima corre da NE a SO, perpendicolarmente alla direzione dell'alta catena dell'Apennino, la quale si stende da NO a SE: e sotto questa catena scorre la valle della Sieve che poi ripiegandosi bruscamente sbocca nella valle dell'Arno, formando con essa come un semicircolo.

del moto sismico. Del resto che il moto sussultorio succedesse qui come a Bologna, in seguito ad una depressione o inclinazione del suolo è stato indicato qui come là dallo spostamento del solo indice superiore dell'Ortosismometro. Che se si prende la direzione della risultante geometrica delle tre impulsioni orizzontali che ho detto, essa, per noi, sarebbe stata presso a poco di ENE, che è il rombo verso il quale trovasi appunto, rispetto a noi, il circondario di Marradi. In fine se la detta risultante orizzontale si *compone* col moto verticale qui osservato, si avrebbe una risultante finale inclinata all'orizzonte quasi perpendicolarmente all'asse dell'Apennino verso Marradi, ove il suolo come una leva ivi sollevandosi produsse forse qui un'onda di depressione. Questo tornerebbe forse a conferma della bella teoria del Prof. De Rossi intorno alle vibrazioni longitudinali e trasversali delle fratture ortogoniche terrestri e vulcaniche. Mi sarebbe certamente riuscito assai utile, a conferma maggiore di quanto ho esposto, il potermi valere con sicurezza di tutte le diligenti osservazioni fatte a Bologna sul mio Tromosismometro dal Sig. Conte Antonio Malvasia. Ma, secondo che egli candidamente mi scrisse, si ebbe ad accorgere in seguito che le tre viti, destinate a fermare all'occorrenza il pendolo dell'Isosismometro, non si trovavano probabilmente abbastanza discoste dal pendolo stesso al momento che accadde il terremoto, sicchè avran forse potuto alquanto variarne le indicazioni. Queste però presentavano tre impulsioni principali come qui a Firenze, cioè NO–SE, NE–SO, ed O–E. Il moto sussultorio certo fu di 2 millimetri, prodotto da un moto iniziale di abbassamento, e l'ora fu precisamente 4. 48′. 28″ pom. (t. m. di Roma). Certo parimenti si è che la prima impulsione *sensibile* del terremoto fu ivi come a Firenze un NNO come venne indicato da entrambi gli Avvisatori sismici, il mio cioè e quello del Conte Malvasia, collocati sullo stesso piedistallo l'uno vicino all'altro (1). Un'altra circostanza pure fortunatissima ed importante per la scienza si fu il trovarsi il suddetto sig. Conte intento

(1) Al R. Museo di Firenze l'egregio giovane sig. Messeri, addetto all'Osservatorio Meteorologico, essendosi recato, poco appresso alla scossa, ad osservare nei sotterranei il Declinometro (formato da una sbarra pesante sostenuta da un lungo filo metallico) trovò enormi oscillazioni verticali soltanto. Parimenti il nostro Declinometro che è posto in aperta campagna, osservato 22 minuti dopo il terremoto, oscillava ancora appena verticalmente, con pochissimo tentennamento orizzontale. Il nostro ago è leggero e sostenuto da un filo di seta, lungo circa 85 centim. in esso le piccole oscillazioni verticali meccaniche, prodotte artificialmente, durano appena pochi minuti, le orizzontali invece seguitano qualche ora. Da tutto ciò parmi si possa dedurre che il moto ondulatorio più *sensibile* per noi ebbe luogo presso a poco nel piano stesso NNO della direzione dell'ago magnetico, il quale oscillando in esso piano in forma d'arco, presentava in prospettiva al cannocchiale l'apparenza di un moto verticale, come anche si rileva dalla durata stessa di questa

a fare l' osservazione dei moti microsismici all' Isosismometro, pochi istanti prima del terremoto. Qualunque sia l'influenza che si voglia supporre nelle tre viti che ho detto sopra, un moto straordinario più che microsismico esisteva già nel pendolo; l'uno fra i punti NO e S, l'altro in croce fra SO e N, ed inoltre uno spostamento notevolissimo del pendolo della verticale verso i punti O, NO, e SO. Forse il ritorno del suolo alla posizione normale ha potuto dare origine alla terza scossa, o ondulazione, avvertita da alcuni in diversi luoghi in quello stesso terremoto, secondo la direzione della risultante intermedia O–E a Bologna, e a Firenze E–O. Noterò ancora, intorno al nostro circondario di Firenze, da diverse ricerche e relazioni raccolte, che rispetto all'intensità del movimento si ripeterono ne' diversi luoghi le stesse circostanze che furono già da me osservate nel terremoto del 12 Marzo 1873. Cioè alla sponda sinistra dell'Arno la scossa fu più forte che alla destra. Così fu a Porta S. Nicolò, al Bandino, al Pignone e specialmente in una villa sotto S. Miniato, dove sonò prolungatamente un campanello, e si ruppero oggetti di vetro sopra un mobile. A Fiesole invece molte persone interrogate appositamente hanno affermato di non aver punto avvertito alcuna scossa. Infatti a testimonio anche dei vecchi confermato pure da antica tradizione, Fiesole non ha mai sentito i piccoli terremoti avvenuti a Firenze, ed i grandi sempre molto meno.

Quanto alla ricerca della propagazione del moto sismico dedotto dall' ora della scossa, è dessa invero una questione molto spinosa. Per adesso le ore (in t. m. di Roma) sulle quali soltanto sembra che si possa calcolare più sicuramente, sono le seguenti: *Modigliana* 4. 45' pom. – *Forlì* 4. 46'. 28" – *Bologna* 4. 48'. 28" – *Modena* 4. 52' – *Firenze* 4. 49'. 49". (*Faenza* molto probabilmente fu presso le 4. 50 ?).

Certamente il centro dello scuotimento nel terremoto del 7 Ottobre 1874 apparisce in quel di Marradi, Firenzuola e Palazzuolo, sul versante Adriatico della cresta dell'apennino, fra l'Alvernia e Firenzuola che divide la Romagna dalla Toscana. In questo versante in generale lo scuotimento è stato anche (relativamente) assai più forte ed esteso, comprendendo Cesena, Forlì, Lugo, Imola, Bologna e Modena fino verso Reggio. Si ebbe anche leggerissima scossa a Cagli e Pergola. Del resto ritengo anch'io, col Prof. De Rossi, che il movimento sismico si sia propagato dalla frattura centrale dell'apen-

---

oscillazione. E siccome la componente NO domina per lo più nei terremoti in Italia, per ragione della catena Apenninica, così avviene spesso di osservare questo moto verticale microsismico negli aghi magnetici, come pure è intervenuto molte volte anche al P. Denza a Moncalieri.

nino, per l'intermezzo delle trasversali, alle fratture parallele Adriatica e Mediterranea. Riguardo a Firenze, considerando che fu la sponda sinistra nella Sieve in Mugello egualmente che nell'Arno (ove sbocca la Sieve) quella che più si risentì nel terremoto del 7, come in altri terremoti passati, mentre il diaframma montuoso, che separa le due vallate, è stato poco o nulla agitato, parmi assai probabile, che anche questa volta il moto sismico si sia propagato fino a noi seguendo le fratture della Sieve e dell'Arno. Seguendo l'Arno giunse poi debolissimo a Pistoia da una parte, ad Empoli dall'altra, e per la via Aretina a Rignano. Quanto alle città di Romagna sulla via Emilia, è assai probabile, che il movimento sismico abbia percorsa quella via dopo esservi disceso seguendo le vallate dei diversi torrenti. Ne abbiamo un indizio nel moto più notevole, che si è avuto a Castel del Rio ed in altre posizioni lungo il Santerno che scorre verso Imola. Quanto a Bologna sembrerebbe che ivi abbia avuto luogo un ventre di vibrazione pel concorso dei moti propagati simultaneamente e nella direzione della via Emilia, e delle vallate alquanto convergenti dei torrenti Idice, Savena, Setta e Reno. Quanto a Gaggio e Modena sarebbe avvenuto lo stesso per la valle del Panaro e del Tiepido. Si noti ancora, rispetto al tempo di propagazione, che l'asse della catena apenninica verso questa parte si scosta sempre più dalla via Emilia.

Quanto all'altra scossa che seguì alle 6. 40'. 49'' p. (t. m. di R.) qui leggerissima, più forte nell'alto Mugello; noterò solo che i tre piani di movimento indicati dai maggiori spostamenti degli indici dell'Isosismometro furono gli stessi che nel primo terremoto. Ma la loro direzione azimutale fu perfettamente inversa, e del pari lo spostamento del pendolo dalla verticale; cosicchè questo poligono sismico apparisce come l'inverso o come la negativa del primo. Il moto maggiore però del Tromometro, quando fu osservato alcuni minuti dopo la scossa, era N–S.

Conchiuderò questi appunti notando i moti microsismici (in $\frac{1}{10}$ mm.) qui osservati in quel giorno, la pressione atmosferica, e le variazioni declinometriche:

MOTI MICROSISMICI DEL 7 OTTOBRE 1874 A FIRENZE

t. m. di Fir.	Movim.°	Barom. a 0°.	Ora	Movim.°	Bar. a 0°.	Osserv.
Ore 5. 23 a.	*o*	— —	5. 12 p.	*o* tutto	— —	
7. 5	quasi *o*	754. 36	5. 38	O-E 0. 7	753. 41	Oscill. verticali distinte
7. 55	O-E 0. 1	— —	6. 25	O-E 0. 7	753. 78	Oscill. vert. notevoli
8. 58	O-E 0. 2	755. 47	6. 36	Terremoto	— —	
10. 31	O-E 0. 4	— —	7. 00	*o* tutto	— —	
11. 55	O-E 0. 5	754. 77	7. 44	*o* tutto	— —	Oscil. vert. distintissime
1. 5 p.	O-E 0. 6	— —	8. 14	*o* tutto	754. 08	
1. 55	O-E 0. 9	753. 26	8. 32	*o* tutto	— —	
3. 20	O-E 0. 2	753. 56	9. 11	O-E 0. 3	— —	
4. 45	Terremoto	753. 47	9. 37	NO-SE 0. 4	— —	Oscill. vert.

MOTI MICROSISMICI
OSSERVATI A BOLOGNA DAL CONTE A. MALVASIA
NEL 7 OTTOBRE 1874.

Ora t. m. di Roma	Movimento in dec. di mill.	Spostamento della verticale in decimi di millim.	Barom. a 0°
4 p.	0. 8	N. 2. 5	750. 0
4. 48 p.	16. 2	N. 0. 4	—
6. 8 p.	0. 8	O. 2. 1	750. 1
9. 0 p.	3. 3	N. 2. 9	755. 8

Quanto alle variazioni declinometriche osservate qui al nostro Padiglione nel giorno 7 Ottobre 1874 non trovo nulla di straordinario: il *minimo* fu osservato alle 10 ant. ed il *massimo* (= 14'. 45'') alle ore 1. 6' pom. Trascrivo le osservazioni fatte dalle 4 pom. in poi:

Ora t. m. di Fir.	Variazione angolare	Ampiezza angolare del movimento
4. 0 p.	8'. 59''	quasi *o.*
4. 20	8. 20	0'. 38''
4. 40	7. 42	0. 38
5. 7	7. 42	2. 34
6. 35	5. 45	5. 8
7. 7	7. 4	7. 4
7. 27	6. 25	3. 51
7. 37	6. 25	2. 34
8. 19	7. 4	0. 38
11. 27	10. 54	8. 59

§. V.

ALTRE CONCLUSIONI RELATIVE ALLA TOPOGRAFIA E VELOCITÀ DEL TERREMOTO DEL 7 OTTOBRE NELLE FRATTURE DEL SUOLO.

Nulla debbo modificare degl'importanti risultati ottenuti dal Bertelli nella sua sintesi delle notizie raccolte e dei dati sperimentali attinti dai suoi ingegnosissimi apparecchi. Parmi però dopo matura riflessione e col confronto di simili indagini fatte altre volte e sopratutto in questa medesima memoria intorno al terremoto del 24 Febraio, parmi dico, di poter precisare meglio la topografia sismica di quel giorno: e mediante l'aiuto delle benchè poche ore bene accertate, stabilirne la velocità precisa delle singole correnti. Finalmente compilando uno specchio simile al presentato pel 24 Febraio aggiungere col secondo esperimento una prova novella confermante la teoria che riconosce nelle sole fratture del suolo l'apparecchio di trasmissione del terremoto.

Già nel fascicolo di Ottobre del Bullettino del Vulcanismo Italiano in un articolo che intitolai: *Prime notizie sul terremoto* del 7 Ottobre, proposi e previdi i principali risultati della futura analisi, nei quali convenne, come si è visto, anche il Bertelli. Riconobbi allora come adesso il centro dell'impulso nelle creste apennine presso Marradi (1). E veramente senza altro ragionamento di ciò non può dubitarsi, troppo evidentemente risultando dal doppio dato riunito della massima intensità coll'ora più bassa. Ma partendo da questo centro, quali saranno state le vie e quali le velocità della trasmissione del moto ? Il Bertelli ha rettamente indicato ciò che chiaro apparisce dai dati sopra riferiti, che cioè la scossa si diffuse più verso la Romagna che verso la Toscana, ma sospende poi lo spinoso esame delle ore, dal quale si dovrebbero meglio definire i passi del terremoto. I buoni risultati ottenuti disopra per il fenomeno del 24 Febraio mi incoraggiscono a ripetere la prova per questo. Veggasi lo specchio delle notizie fatto col medesimo sistema e si troverà che i pochi elementi che possediamo sono già sufficienti ad insegnarci la via del terremoto. Da quello specchio apparisce che se dalle creste apennine presso Marradi scosse alle 4. 44′, supponiamo il terremoto giunto per via diretta a Bologna, a Modena, a Modigliana, a Forlì ed a Firenze niuna uniformità di velocità nelle onde potremo riconoscere per nessun verso. Se al contrario noi seguiremo l'andamento delle fratture ed in queste supporremo aver corso le onde sismiche, appariranno due sole esser state le velocità di questo terremoto : e similmente a quanto trovammo pel 24 Febraio, troveremo le onde sismiche diffuse colla velocità di kil. 20 a minuto nella regione dove più e con maggior forza si estese, cioè verso la Romagna; e vedremo avviate le altre onde più deboli verso la Toscana colla velocità di soli kil. 10 a minuto. La esatta coincidenza del risultato circa la velocità per due terremoti non molto dissimili fra loro per intensità, formano già un bel principio nell'indagine delle leggi sismiche. E qui vedendo come la scala delle ore e delle intensità proceda spontaneamente regolare quale la rappresento nel quadro, mi permetto di modificare alquanto un giusto pensiero esposto dal Bertelli nella sua nota. Egli ben vide che in Bologna la scossa fu per intensità alquanto superiore alla proporzionata per la distanza e perciò suppose, come io ho già dimostrato di sopra per Aquila, l'incontro di due correnti. Perciò ha creduto che una delle due correnti fosse la derivata dalle creste montuose per le valli del Santerno e sue parallele e poscia da

(1) V. Fascicolo IX e X, pag. 136.

queste per la via Emilia; e che questa corrente confluisse in Bologna colla discesa dalle medesime creste de' monti per la valle del Saveno. Ma osservando bene tutto ciò sulla carta, troviamo prima di tutto non definibile il preciso punto d'incrociamento nella pianura fra le fratture-valli del Santerno con i suoi simili e la nascosta frattura sinclinale parallela alla via Emilia. Mà quando anche si potesse ben definire che questa non dista molto dalla via Emilia, la linea di distanza che ne risulterebbe fra le creste appennine presso Marradi e la città di Bologna sarebbe troppo più lunga dell'altra passata per la valle del Saveno, sicchè l'incontro non potrebbe avvenire presso Bologna, supposta la medesima velocità per ambedue i bracci della corrente. Che se invece osserviamo, come fa anche il Bertelli, riunite in Bologna appunto le due vallate vicine del *Saveno* e del *Reno*, troveremo misurandole che con simile lunghezza di cammino le due correnti venute per la frattura-valle del *Reno* e per la frattura-valle del *Saveno* possono essersi riunite sotto Bologna, eccitando ivi appunto uno scuotimento maggiore di quello che ciascuna corrente isolata produsse nella propria frattura. Questo modo di vedere spiegherebbe anche il perchè a Porretta, che è sulla valle del Reno e più prossima che Bologna alle sommità apennine, sentissi il terremoto assai più leggermente che a Bologna. Questo stesso caso pare a me ed al Bertelli essere avvenuto a Gaggio del Piano, distante sole 4 miglia da Modena. Ivi il terremoto fu certo *fortissimo* mentre nella vicina Modena e tutto all'intorno fu invece debolissimo. Anche Gaggio come Bologna trovasi sul confluente di due vallate provenienti dai monti; l'una è quella del Panaro, l'altra è di un torrente che si inoltra assai verso alcune creste direttamente diramate dall'asse apennino di quella regione. E questo modo di spiegare il fatto delle forze riprese dal terremoto localmente in punti distanti dal centro per effetto di confluenza di correnti sismiche, trova a mio avviso una conferma luminosa nel fatto contrario dei luoghi, che rimangono esenti dalle scosse in mezzo alla regione del terremoto. Appunto non lungi da Gaggio del Piano e non lungi pure dalla vallata del Panaro, abbiam visto fra le notizie Castelvetro del tutto esente dal terremoto, mentre Campiglio e Vignola, che gli stanno dappresso, lo avvertirono sensibilmente. I nominati paesi di Vignola e Campiglio sorgono sulla sponda sinistra del Panaro, che già abbiamo detto dover esser stato una delle arterie del terremoto. Al contrario però Castelvetro è situato abbastanza interno a monte del piccolo torrente *Guerro* affluente del Panaro e che molto non ramifica internato sui monti. Se la corrente sismica correva giù per la frattura del Panaro dovea giungere a Castelvetro risalendo il

torrente *Guerro* dal suo imbocco nel Panaro dirigendosi verso le sorgenti. Dovea dunque penetrarvi una corrente derivata già di terzo o quarto ordine. Questa corrente vi si sarà certo intromessa, ma già tanto affievolita e scarsa, da non produrre effetti sismici sensibili.

Il medesimo io credo avvenuto in quella regione, che il Bertelli chiama zona fiesolana di quiete sismica. La valle sotto Fiesole non fa parte della frattura principale che per l'Arno e la Sieve fa capo alle creste montuose presso Marradi ossia presso il monte Guerrino. Perciò anche qui la causa dello scuotimento non potea a mio avviso discendere dal monte ma dovea salire dall' incrociamento di questa valle coll' alveo dell'Arno. Le medesime condizioni geologico-topografiche riscontriamo nell'altro tratto di suolo additato come eccezionalmente tranquillo da Calenzano al monte Morello presso Prato. Quel tratto non è altro che l'alto tronco d'una valle-frattura che muore fra i monti senza legarsi direttamente alle creste, dove perciò l'onda sismica supposta incamminata per la frattura-valle dell'Arno dovea mandare un getto laterale per investire quella valle. Ma noi abbiam visto nelle notizie, ed il Bertelli ha ottimamente dimostrato, che la corrente sismica era già debolissima nella valle dell'Arno dopo Firenze dileguandosi dopo Empoli, e che appena scuoteva Prato e Pistoia per mezzo delle valli del Bisenzio e dell'Ombrone. E qui taluno potrebbe oppormi, che la valle dell'Ombrone ed alcune ramificazioni del Bisenzio si addentrano abbastanza presso ai monti alti per riceverne direttamente la corrente sismica; tanto più che secondo appunto la nostra topografia del terremoto, avendo dimostrato che la corrente sismica dalle creste dei monti si è riversata nella valle del Saveno e del Reno verso Bologna, e del Panaro verso Modena, l'abbiamo guidata in grande prossimità di quelle estreme lacinie di quei bacini fluviali. Qui peraltro faccio riflettere, che io non nego punto che l'Ombrone abbia potuto ricevere una parte di corrente dai monti, ma non lo credo probabile, avendo visto che la tendenza di questo terremoto fu tutta unita nel riversarsi al nord, cioè nel versante Adriatico, e solo una meschina porzione ne discese dal centro dell'azione presso Marradi per la valle della Sieve verso Firenze. Mi conferma in questo giudizio il caso simile, che veggo avvenuto a Fiumalbo sull'alto Apennino modanese, cioè nella regione stessa dove abbiamo visto essersi diretta con maggiore energia la corrente sismica. Fiumalbo non sentì punto la scossa, quantunque sia prossimo alle sommità stesse formanti la frattura, sotto la quale necessariamente passò l'onda sismica. Ma si osservi come questo paese sia collocato presso una valle montana, e perciò sopra una frattura di terzo ordine

e che non giunge considerevolmente ampia alle somme creste. Dunque anche in Fiumalbo si verificano le condizioni stesse topografiche che vedemmo a monte Morello e Castelvetro, quantunque sia assai prossimo alla frattura centrale apennina; e perciò ci è lecito di intravvedervi la medesima ragione, che possa averla esentata dallo scuotimento.

Insomma senza più dilungarmi io credo che i fatti raccolti abbastanza evidentemente concludano a dimostrare il gioco unico del terremoto nelle fratture del suolo. Dopo il quadro descriverò nel riassunto tutta la topografia precisa, che abbiamo diffusamente ricomposta in questa analisi e sintesi.

Ma prima di lasciar l'esame sintetico dei dati, credo non senza importanza il ripetere con qualche aggiunta alcune considerazioni, che accennai nel Bullettino sopracitato, sulle prime notizie pervenuteci del fenomeno. Queste considerazioni si riferivano alle relazioni del terremoto Toscano e Romagnolo del 7 Ottobre col rimanente della penisola, e specialmente io proponeva alcuni punti di studio relativi alla probabile sua importanza tellurica. I nuovi dati raccolti non hanno di molto arricchito gli elementi per chiarire quei punti, vi hanno però aggiunto qualche cosa; e stimo perciò opportuno ritornarvi sopra, non già per concludere positivamente, ma per eccitare di nuovo l'attenzione dei dotti sopra queste mire della mia indagine.

Esaminate le notizie al punto di vista topografico, oltre alle cose già ragionate, esse ci fanno vedere, che questo terremoto ebbe almeno due centri di partenza diversi e contemporanei, l'uno nella media Italia per le creste apennine presso Marradi, e l'altro nella meridionale in Sicilia verso Messina, perchè la porzione intermedia della penisola fra questi due punti non si scosse menomamente per quanto sappiamo. Alle 4. 20, cioè poco prima della scossa, io faceva le osservazioni microsismiche in Rocca di Papa, e niuna straordinaria agitazione trovai nei pendoli, che prenunziasse una prossima oscillazione sismica, lo che però non avvenne a Bologna al Malvasia, nella regione cioè del terremoto. Oltre a ciò niuno avvertì quella scossa, nè i sismografi a sabbia mostrarono traccia veruna. Del pari a Velletri e Frascati, dove il Galli ed il Lavaggi attendono alle osservazioni sismiche, nulla fu notato da poter riferire a quell'ora come poscia apparirà. Dunque similmente a ciò che il Serpieri trovò nel 12 Marzo, sarà avvenuto forse anche questa volta, cioè un terremoto che irrompe contemporaneamente in due punti. La regione intermedia però, che rimase tranquilla nello scuotimento delle 4.45 del giorno 7 non era estranea alla tempesta sismica di quei giorni. La scossa del 7 alle 4. 44′ fu seguita in Marradi da parecchie altre scosse fino alle prime ore del

mattino del giorno 8, e queste furono avvertite anche a Velletri presso Roma. Specialmente fu sentita quella delle 4. 10 ant. e perciò dovette esser questa, che lasciò la traccia trovata dal Galli nel sismografo alle 6 ant. non l'altra delle ore pomeridiane del giorno 7 che niuno avvertì. Ma intorno alle oscillazioni osservate in questi giorni a Velletri amo riferire ciò che me ne scrisse il Galli medesimo. « Velletri 12 Ottobre 1874. – Da parecchi giorni non posso » osservare molto frequentemente i pendoli sismografici. Ogni giorno però fo » almeno un osservazione alle 6 del mattino. Or bene a quell'ora nei giorni » 6, 7 e 8 del corrente Ottobre trovai sempre una distintissima traccia lunga » un millimetro circa e diretta costantemente nel verso del meridiano. Da » principio dubitai se quelle tracce dovessero attribuirsi a vere scosse o piut- » tosto a sole oscillazioni sismiche, perchè in quei giorni osservai qualche » volta i pendoli e li trovai più o meno oscillanti nello stesso senso: ma » l'aver poi saputo che alcune persone s'accorsero veramente di più d'una » scossa, m'ha determinato a ritener quelle tracce per effetto di veri terre- » moti. Anche adesso (7. 30 pom.) i pendoli oscillano da Nord a Sud e trovo » una traccia che è evidentemente più estesa verso il Sud. »

Da queste notizie chiaro apparisce che il cratere di Velletri era compromesso ed agitato nel periodo sismico, che ebbe il suo massimo nel pomeriggio del 7 Ottobre quantunque la scossa maggiore non l'urtasse poi sensibilmente. Ed è curioso il notare che nella vicina Rocca di Papa, dove io mi trovava, nulla si risentiva di ciò che a Velletri avveniva in quei dì. La ragione di ciò sta forse in alcune disposizioni, del suolo la cui influenza sembra essersi questa volta manifestata con molta probabilità, come ora riferirò.

Ponendo mente in un modo speciale alle direzioni sperimentate nelle onde sismiche di questo terremoto, mi sembra vedere, che la massima sensibilità del fenomeno siasi sperimentata dove le valli erano dirette dal Nord al Sud, ovvero dall'Est all'Ovest ed esser queste le direzioni dominanti delle scosse più intense. Anche nel citato fascicolo del mio Bullettino (1) ho avuto occasione di osservare esser queste direzioni le prevalenti nei moti sismici del periodo che allora trascorrevamo, ed esser queste direzioni le normali e le parallele alle fratture, nelle quali vedevamo stabilita l' attività eruttiva dell' Etna. Non vi sarà anche in questo fatto un nuovo elemento di studio e che ci si cominci per mezzo di queste direzioni a rivelare un andamento speciale forse temporaneo e variabile di correnti endogene sotto la crosta solida, di modo che dove le fratture sono orientate parallelamente e normal-

(1) V. Fasc. IX e X, pag. 128.

mente alla direzione di queste supposte correnti, sia più facile risentirne il passaggio ossia il terremoto, e dove le fratture essendo diversamente orientate coi loro assi, non presentando facile adito alle masse irrompenti in quel senso, sono più rari e meno energici gli effetti trasmessi alla superficie. Questa sarebbe la ragione, cui alludeva di sopra, per la quale a Rocca di Papa non si sentiva forse ciò che avvertivasi a Velletri. La frattura principale di quel paese è volta a NO mentre a Velletri ne corre una secondo il meridiano. Per questa istessa ragione la città di Firenze, quantunque prossima al centro del terremoto, ne avrebbe risentito l'urto meno di Bologna. La valle del Reno a Bologna corre dal N al S; non così tutta quella dell'Arno a Firenze. Quivi però contro l'usato il terremoto del 7 colpì con una direzione prossima al N-S cioè NNO, SSE e poscia nella seguente scossa delle 6. 38, che fu più leggera, potè esser più sensibile la primitiva semplicità dell'impulso, cioè spiccatamente il N-S. Lo stesso veggo nelle direzioni sperimentate negli altri luoghi di cui le conosciamo. In somma i cultori di questi studi, esaminino e sopra tutto raccolgano notizie per fornire elementi, sui quali svolgere le indagini e basare l'edificio della scienza.

Anche in questo come per l'altro terremoto rimando allo specchio senza altra discussione, l'esame delle normalità e parallellismo delle onde sismiche verso gli assi delle valli speciali nei vari luoghi.

Specchio degli elementi certificati nell'analisi per riconoscere nelle fratture del suolo la topografia e la velocità delle correnti sismiche nel terremoto del 7 Ottobre 1874.

Luoghi dai quali si ebbero le notizie	*Ora dell'arrivo delle scosse in t. m. di R.*	*Minuti di differenza dal centro sismico stabilito verso Marradi*	*Distanza dal centro in linea retta e conseguente velocità dell'onda sismica per ogni min. primo*	*Distanze dal centro sismico secondo gli assi delle fratture principali derivate dalle creste dei monti, e conseguente velocità dell'onda sismica per ogni minuto primo*	*Distanze dal centro sismico secondo gli assi di altre fratture principali non derivate dalle creste dei monti, e conseguente velocità delle onde sismiche per ogni minuto primo*	*Direzione delle onde sismiche*	*Orientazione degli assi delle valli-fratture per ciascun luogo*	*Grado dell'intensità*
Marradi	4h. 44'. p.	0	0	—	—	—	—	9°
Tossignano	—	—	—	—	—	OSO — ENE	*Santerno* NE-SO. Affluente a Sud di Tossignano E-O.	9°
Firenzuola	—	—	—	—	—	..	—	8°
Gaggio del Piano	—	—	—	—	—	—	—	8°
Vicchiò	—	—	—	—	—	—	—	8°
Fusignano	—	—	—	—	—	—	—	7°
Modigliana	4h. 45'	1'	kil. 15 = 15	Per la cresta dei monti per la Valle del *Marzeno* sono kil. 20 o 25 = 20 circa.	—	—	—	7°
Scarperia	—	—	—	—	—	—	—	6°
Imola	—	—	—	—	—	E — O e N — S	In Imola la Valle del Santerno uscita dai monti nel piano serpeggia con un asse prossimo al N-S.	6°
Bologna	4h. 48'.28''	4' ½	kil. 55 = 12	Per le creste dei monti e Valle del *Saveno* kil. 80 = 20 circa.	Per le creste dei monti e Valli della *Setta* e del Reno kil. 90 = 20.	E — O	*Reno* N-S.	6°
Meldola	—	—	—	—	—	—	—	5°
Forlì	4h. 46'.28''	2' ½	kil. 40 = 16	Per le creste dei monti e Valle del *Montone* kil. 50 = 20.	—	SE — NO	*Montone* NE-SO.	4°
Cesena-Lugo	—	—	—	—	—	—	—	3°
Modena	4h. 522'	8'	kil. 85 = 9 ½	Per le creste dei monti e Valle del Panaro, il quale avendo diverse ramificazioni può variare fra 140 e 160 kil. viene la velocità = 20 o 18.	Per le creste dei monti subentrando in altre creste secondarie nasce un torrente che incrocia col Panaro a Gaggio del Piano circa colla medesima distanza.	NE — SO	*Torrente*, *Panaro* e *Secchia* NE-SO.	3°
Firenze	4h. 49' 49''	5' ½	kil. 30 = 5 circa	Dalle creste dei monti per la Valle della Sieve kil. 50 = 10.	—	NNO — SSE	*Arno* dalla parte della *Sieve* ENE-OSO.	3°
Compiobbi	4h. 48'	4'	kil. 25 = 6	Per la Valle della Sieve kil. 38 = 10 circa.	—	—	—	2°

Riassumendo, come abbiam fatto per il 24 Febbraio, l'analisi e la sintesi delle notizie raccolte intorno al terremoto del 7 Ottobre, concludiamo, che questo terremoto comparso più o meno contemporaneamente in Sicilia e nell'alto apennino toscano non si diramò da questi due centri alla estesa regione intermedia della penisola, quantunque questa non rimanesse estranea al periodo sismico generale, che toccava il suo massimo d'intensità in quel giorno.

Del terremoto di Sicilia ci sono mancate notizie particolareggiate: perciò nulla conosciamo relativamente alla sua intensità ed estenzione. Di quello però, che urtò fra la Toscana e la Romagna, abbiamo potuto trovare, che scoppiò alle 4. 44 pom. sotto le sommità degli apennini presso Marradi, cioè nella catena del monte Guerrino. Da questo punto diramarono le correnti sismiche in tutte le direzioni nelle fratture principali del suolo, ma con velocità ed intensità diverse fra loro. La massima parte di queste correnti si diresse verso l' Adriatico con una velocità media di 20 chilometri a minuto, estendendosi assai poco e debolmente nelle valli diramate dall' alto apennino al Sud del monte Guerrino, cioè nella valle del Savio e del Ronco. Nelle valli poi del Montone, del Marzeno, del Lamone, del Senio, del Santerno e del Sillaro le correnti furono tanto più intense, quanto più ciascuna di queste è meglio diretta verso il Nord della penisola. Verso il mare però lungo queste medesime valli, le onde sismiche non pervennero sensibilmente più in là della linea di Lugo. Un'altra porzione della corrente sismica dovette seguire le creste apennine dei monti di Fò e della Scoperta, sempre colla velocità di 20 chilometri a minuto, per dirigersi a Bologna, confluendo sotto questa città dalle valli-fratture del Saveno, del Setta e del Reno. Ivi produsse per questo incontro una scossa alquanto superiore a quella, che la distanza del luogo dal centro del fenomeno avrebbe comportato. La corrente avviata per i monti della Scoperta dovette continuare nel seguito delle creste apennine pel monte Lattajo e monti dell'Uccelliera fin verso il monte Albano, donde le correnti sismiche, colla medesima velocità di circa 20 chilometri, si trasportarono nelle valli del Panaro e corsi suoi paralleli, per condurre le vibrazioni sismiche deboli a Modena, gagliardissime a Gaggio del Piano, distante sole 4 miglia da Modena, ma situato sul confluente di due fratture. Ripetevasi adunque in questo luogo, per la speciale condizione geologica, il fenomeno della ripresa di forza del terremoto lontano dal suo centro, che abbiamo visto avvenuto a Bologna per questa scossa del 7 Ottobre, e che abbiamo visto avvenuto ad Aquila, ad Ascoli e a Ripatransone per quello del 24 Febbraio. Da questo lato il terremoto dileguavasi nel Modenese, essendo stato appena avver-

tito nella prossima città di Reggio. Questa è la topografia risultata dall'analisi per la porzione delle correnti dirette nel versante Adriatico, e che furono le più intense e tutte aventi la medesima velocità di 20 chilometri a minuto, purchè si suppongano in tutti i luoghi giunte per la via delle fratture principali del suolo.

Nel versante Toscano o Mediterraneo poca e debole porzione delle correnti sismiche fu immessa dal comune centro delle sommità apennine presso il monte Guerrino. Dall' insieme dei dati sembra che una quasi unica corrente si sia diretta verso la Toscana per le fratture diramanti dall'apennino nella regione di Scarperia e di Ronta con la velocità di 10 chilometri a minuto. Questa corrente seguendo la valle della Sieve sarebbe entrata in quella dell' Arno, rimontandolo per una piccola porzione e scendendolo nella massima parte per giungere abbastanza sensibile a Firenze; e di là, perdendo sempre forza, dileguarsi poco dopo Empoli. Dalla valle dell'Arno poco fu diramata la scossa nelle fratture-valli confluenti nell' Arno medesimo : e perciò il terremoto fu appena sensibile a Prato e Pistoja, che pur trovansi non lontane dalle creste apennine; e nulla fu sentito a Monte Morello ed altri luoghi, che si trovano anche più prossimi dei nominati alle suddette sommità dei monti. Vera prova è questa, che le correnti sismiche sotterraneamente seguivano le fratture principali per risalire nelle secondarie, dileguandosi dove esse divengono relativamente parlando capillari. Per questa medesima ragione nel Modenese a Castelvetro, che si trova prossimo a Modena ed a Gaggio del Piano, ove la scossa fu assai forte, nulla si ebbe a sperimentare.

Infine abbiam considerato non dover esser fortuito l'identico risultato ottenuto nell'analisi di due terremoti diversi, avvenuti in due diverse regioni; aver ambedue cioè, partendo dalle sommità montuose, invaso di preferenza un versante, con la velocità identica in ambedue di 20 chilometri a minuto; mentre nel versante opposto meno battuto, la velocità delle poche e deboli correnti rimaneva limitata a soli 10 chilometri per minuto. Anche qui ripeterò, come nel 24 Febbraio, che le relazioni del fenomeno verso gli altri meteorici della giornata, come verso il periodo sismico, saranno esaminati cumulativamente in un paragrafo finale.

§. VI.

ANALISI DELLE NOTIZIE RACCOLTE SUL TERREMOTO DEL 6 DECEMBRE 1874.

Questo terremoto, come tutti sanno anche dai giornali, fu forse alquanto più intenso degli altri due essendo stato causa funesta di parecchi danni e di

qualche vittima nella provincia di *Terra di Lavoro*. Anche in Roma fu avvertito abbastanza vibrato e sensibile; perciò come pel 24 Febbraio comincerò la rassegna delle notizie da Roma, perchè per questa città posso riferire le mie stesse osservazioni. Riferirò le altre notizie secondo l'ordine della intensità sperimentata nella scossa.

Roma. Alle ore 4. 50 pom. precise (t. m. di Roma) avvenne la scossa di terremoto, la quale secondo la scala delle intensità da me proposta sembrommi per noi appartenere al quinto grado cioè di forza *mediocre*. Ma dalle notizie raccolte nella città vi è una certa abbondanza di dati, che massime in alcuni punti della città l'avvicinano al sesto grado che diciamo *forte*. Perciò io la classificherò fra *mediocre* e *forte* ossia fra 5° e 6° grado. Lo scuotimento in genere è stato lunghissimo e nel complesso non potè durare meno di un 30 o 40 secondi. L'ondulazione assai marcata, molto uniforme, e diretta da NE a SO sembrava cessare dopo circa un 25 secondi; ma subito riprese la forza e la regolarità primitiva imitando il moto della barca e producendo un senso interno nello stomaco. Taluno ha notato una sensazione speciale nelle gambe simile alla stanchezza. Dopo terminate le oscillazioni sensibili avendo io poggiato una mano sul tavolo dello scrittoio, l'ho sentito vibrare ancora d'un tremito che si disperdeva gradatamente. Altri nella mia casa hanno avvertito anche oscillazioni normali alla direzione predetta, cioè da NO a SE, ed in questo senso infatti ha pure dato qualche tocco un campanello. In altra casa prossima alla mia hanno suonato leggerissimamente due volte, corrispondenti alle due scosse, campanelli situati in direzione normale fra loro, essendo pure diretti l'uno a SO l'altro a NO. In altra alla via del Babuino la scossa fu avvertita abbastanza fortemente forse per speciali condizioni del fabricato; perchè e suonarono tutti i campanelli e fra gli abitanti taluno fu preso da forte male di stomaco. In somma generalmente in Roma quelli che avvertirono il terremoto lo descrivono lunghissimo, sensibile, ondulatorio da SO e NE.

Appena finita la scossa mi portai ad osservare il Sismografo. Era esso in forte oscillazione da NE a SO avendo tracciato durante il fenomeno una linea lunga tre millimetri, vincendo una resistenza assai maggiore della dovuta, per causa di accidentale soverchia immersione dell'ago sismografico nella sabbia sottoposta. Questa traccia data da un pendolo poco più lungo d'un metro è assai maggiore della proporzionata alla leggerezza della scossa e devesi attribuire alla lunga durata della medesima, ossia alla ripetizione degli impulsi. I quali poi in scala diminuita non sono punto cessati colle vibrazioni

sensibili del suolo. Durante l'osservazione, che descrivo, dell'istromento l'oscillazione del pendolo sismografico ha ripreso forza nuova visibilmente ad occhio nudo.» L'oscillazione visibile del pendolo ha durato variando fino alle 7. 15 pom. e dopo quest'ora hanno continuato le microscopiche di più decimi di millimetro, nelle quali vedevasi di tanto in tanto l'intermittente riprender forza. Alle 9. 08' precise una istantanea nuova leggerissima scossa si è sentita ed è stata eziandio indicata dal Sismografo.

Venti minuti dopo il primo terremoto ho visitato per cortesia del ch. P. Angelo Secchi l'Osservatorio magnetico, dove tutti gli istromenti mostravano sensibile agitazione meccanica, malgrado che la giornata fosse passata senza notevoli perturbazioni. Il sullodato P. Secchi ha notato, che intorno all'ora della scossa il barometro è cresciuto alquanto repentinamente. Direttomi poscia all' ufficio telegrafico per ricercare se fossero stati notati disturbi nelle correnti, ho saputo mercè la gentilezza del sig. Direttore, che nulla era stato notato nell'atto della scossa, anche perchè niuno l'aveva avvertita e solo erano stati esplorati senza risultato i galvanometri qualche minuto dopo, quando da Cassino giungeva l'avviso d' una forte scossa colà avvenuta alle 4. 46 p. (t. m. di Roma) (1).

Merita ricordo che in Roma per questo terremoto furono generalmente abbastanza forti le perturbazioni nervose nelle persone sensibili. Tacendo del mal di mare accusato da moltissimi, ricorderò di parecchi, i quali senza punto avvertire il terremoto furono presi in quell' ora precisa da vertigine. Una persona poi sofferente nei nervi fu presa da violento urto e tale, che duravagli ancora ai 31 Dicembre, nella qual data ne pervenne a me la notizia.

Viterbo. Questo luogo rappresenta il 1° grado, cioè il leggerissimo e segna perciò uno dei confini dell'area scossa dal terremoto. Scrive il ch. Prof. Medichini, che in Viterbo non si potè avvertire bene il terremoto, perchè la soverchia umidità avendo allungato il filo di seta, la punta del pendolo toccava il piano del sottostante piattino. Ciò non ostante fu avvertito un qualche piccolo movimento.

Genova. Da Lettera del ch. Prof. Issel rilevo, che l'Osservatorio della R. Università non ha registrato le scosse del 6. Furono però avvertite da varie persone, secondo che riferisce il Prof. Gariboldi Direttore del suddetto osservatorio.

---

(1) Nel primo momento dall' ufficio telegrafico di Cassino fu data la notizia erronea intorno all'ora che si disse 4. 53' e così si diffuse per i giornali. Mi fu poscia rettificata la notizia dall'ufficio medesimo per cura e gentilezza dell'ufficio telegrafico di Roma.

ANCONA. Da lettera del ch. Prof. De Bosis si rileva, che il terremoto non fu sentito generalmente ad Ancona e che il Sismografo rimase tranquillo. Ma il figlio del suddetto Professore asserisce di averla avvertita.

PESARO. Il Prof. Guidi mi scrisse che il terremoto colà appena s'intese e che i moti verticali del bifilare, e quelli isolati del magnetometro bilancia non corrispondenti alle agitazioni del pendolo farebbero supporre che il movimento sismico si fosse operato principalmente nel senso verticale.

INSPRUCK. Si dice che questo terremoto sia stato sentito ad Inspruck nel Tirolo. Ma il Fulcis da Belluno mi scrive, che esso non potè averne sentore nè nel Veneto nè nel Tirolo.

FIRENZE. Il Bertelli mi fece sapere, che alle 4. 55 circa del t. m. di Firenze cioè 4. 59′ 49″ t. m. di Roma, vi fu terremoto assai leggero ondulatorio ed un poco anche sussultorio. La direzione principale primitiva fu da O ad E e poi NO, SE e SO, NE. Nulla si dice in questa notizia che alluda rigorosamente al grado 2° della scala. Ma la descrizione di tanti particolari, quantunque assunti sugli istromenti, non ammettono un grado inferiore nella intensità.

SEZZE. Il Prof. Galli da Velletri scrive che in Sezze questa scossa pare che siasi sentita assai debolmente, perchè non vi si fece punto attenzione.

AQUILA. Apprendo dal Bullettino Meteorologico del Club Alpino, che ivi alle ore 5. 05′ pom. fu avvertita una debole scossa ondulatoria. Abbiamo visto di sopra che in Aquila il tempo è regolato dalla meridiana. quindi ridotta quest'ora al t. m. di Roma, viene alle 4. 54′, 42″. Nulla però sappiamo della esattezza o non esattezza di quest'ora.

Tutte le stazioni finora enumerate dopo Inspruck ebbero la scossa del 2° grado cioè *debole*. Dovremmo passare ora a quelle che la sperimentarono più gagliarda, cioè ne sentirono il 3° grado appellato da noi *leggero*. Ma fra le notizie raccolte niuna mi si classifica in questo grado e perciò oltrepassiamo a grado più intenso cioè al quarto, che corrisponde all'appellativo *sensibile*.

TERRACINA. Notizie raccolte dal ch. Prof. D. Ignazio Galli di Velletri dimostrano, che a Terracina la scossa giunse all'ora precisa delle 4. 52′ t. m. di Roma, presa confrontando l'orologio dell'osservatore con quello dell'ufficio telegrafico. Il movimento fu ondulatorio e durò circa 15″ in direzione S–N. Questa direzione non è precisata con ogni certezza. Quanto alla intensità si può desumere dalla vibrazione sensibile dei cristalli delle finestre. Alcune persone intesero un malessere, come accade talvolta all'avvicinarsi di un temporale.

Questa descrizione è oltremodo preziosa, perchè definisce esattamente tutti

gli elementi principali che ci occorrono, massime l'ora e la forza, che viene così fissata decisamente nel 4.° grado di scossa soltanto *sensibile*.

Rocca Massima. Il medesimo Prof. Galli seppe da questo paese situato sui monti Lepini, che ivi la scossa fu breve, ondulatoria da E ad O e che vi giunse verso le 5 pom. Si aggiunge che i pastori sparsi nella campagna circostante non l'intesero punto. Queste notizie appena permettono di collocare questa scossa fra le *sensibili* ed io ve la pongo, perchè la determinazione della direzione fatta senza istromenti in luogo dove non abbondano certo altri mezzi scientifici, fa supporre nella intensità del fenomeno un grado non infimo.

Abbazia di Valvisciolo, Norma e Sermoneta. Anche di questa regione il Galli scrive che alle 4. 52 pom. fu avvertita una lunga scossa ondulatoria in direzione SO–NE per oltre a 30″ a Valvisciolo. Non è nè garantita, nè posta in dubbio l'esattezza dell'ora: la sua somiglianza però con quella di Terracina, che non è di qua lontana, le annette qualche importanza. Nulla si dice che ne descriva l'intensità. La lunga durata però e gli altri particolari potuti osservare indicano abbastanza, che non le conviene un grado inferiore al quarto, nel quale l'ho classificata. A Norma fu parimenti avvertita la scossa circa alla medesima ora. A Sermoneta poi pare che nessuno abbia avvertito questo terremoto.

Cori. Dal medesimo Prof. Galli sappiamo, che in Cori la scossa avvenne verso le 5 pom. che fu ondulatoria e che durò pochi secondi. Classifico anche questa nel 4.° grado, quantunque non ve ne siano i dati abbastanza precisi: ad ogni modo non posso errare di molto.

Esaminiamo ora il gruppo dei luoghi, dove la scossa fu sperimentata di quinta intensità, ossia *mediocre*.

Napoli. Per questo luogo possiamo riferire ciò che ne scriveva il Palmieri ai giornali di quella città. « Ieri sera alle 5 ore e 5 minuti di tempo vero, » il Sismografo della Specola Universitaria registrava una leggera scossa on- » dulatoria della durata di 6 secondi. »

Ciò che segue nell'articolo del Palmieri lo riferirò più tardi, dove mi verrà in acconcio. Ora soltanto per completare l'enumerazione dei fatti data dal Palmieri, aggiungo che esso riferisce essere stato agitato il Sismografo dell'Osservatorio Vesuviano fin dai giorni precedenti e segnatamente alle 2. 19 pom. dello stesso giorno 6 Decembre. Dai giornali della città e da altre notizie particolari pervenutemi rilevo, che il terremoto generalmente avvertito fu distinto in due scosse che non sembrarono molto forti, ondulatorie e che sulla collina parvero assai più intense di quello che nella città.

L'ora data dal Palmieri esattamente in tempo vero, riducendola all' unità nostra del t. m. di Roma, cade nell'ora medesima già verificata per Roma, cioè le 4. 50. L'intensità stabilita da me nel 5° grado sembrami abbastanza giustificata dall'insieme delle notizie.

Alatri e Anagni. Nella raccolta di notizie, gentilmente fornitami dal Galli, trovo per Alatri le seguenti parole: « Forte scossa prima sussultoria e poi » ondulatoria per tre o quattro secondi verso le 4. 45 pom. La direzione fu » dal S al N e precedette un rombo. Fu intesa generalmente in tutti i punti » della città, ma sembrò più forte agli abitanti della parte che guarda il SE. » Di Anagni poi si dice che furono ben distinte tre o quattro scosse ondulatorie da E ad O, durante incirca 10 secondi.

Velletri. Il Galli mi scrive le seguenti parole: « Intorno alle 4.50 pom. » abbiamo avuto una gagliarda scossa di terremoto, la quale da qualcuno » fu avvertita come multipla, cioè composta di due o tre succedentisi a bre- » vissimi intervalli. Parve ondulatoria da S a N: durò fra 6 e 10 secondi. » Allora io mi muoveva con altri; perciò non potei avvertirla. Peraltro fu » intesa generalmente più che da moltissimi. Verso le 8. 15 tanto io che al- » tri avvertimmo una nuova scossa. Guardati poscia i due pendoli sismogra- » fici, trovai sotto ciascuno una bellissima traccia in forma di ellissi allun- » gatissima, il cui asse maggiore misurava 5 millimetri. Mi parve singolare » ed inaspettata la traccia similmente lunga in due pendoli di diversa lun- » ghezza. Altra novità mi sembrò la diversa direzione, che aveano le due » traccie, fra le quali la prodotta dal pendolo più lungo era diretta quasi » secondo il piano del meridiano, con piccola divergenza a NNE e SSO, e » l'altra lasciata dal più corto era diretta precisamente da SO a NE. »

Questa anomalia rilevata dal Galli nella diversa direzione delle due traccie e nella simile loro estensione, proveniente da pendoli di diversa lunghezza, sembrami spiegabile con la teoria proposta dal Cavalleri e confermata dal Bertelli e da me (1). Secondo questa teoria le vibrazioni delle onde sismiche terrestri agirebbero diversamente sui pendoli secondo che essi in ragione della loro lunghezza trovansi disposti a muoversi con oscillazioni sincrone o dissincrone dalle impellenti terrestri. Nelle scosse ondulatorie Veliterne, delle quali ora qui ragioniamo, che furono multiple nel primo terremoto e ricomparvero nel secondo, e che lasciarono anche traccie in di-

(1) Atti della Pontificia Accademia de'Nuovi Lincei, Sessione VII, Luglio 1874. Memoria del Bertelli intitolata: *Osservazioni* microsismiche fatte a Firenze nel 1873, pag. 464.

rezioni diverse, si riconosce apertamente applicando quella teoria, che ciascuno di quei pendoli potè muoversi in una scossa diversa.

Albano. Dalle notizie del Galli risulta, che in questa città prossima a Roma la scossa delle 5 pom. ebbe la forma principalmente sussultoria e che ivi fu pure sensibile l'altra scossa delle 8. 15 circa. La somiglianza dei dati d'Albano con quei di Velletri mi consiglia di riunirli sotto lo stesso grado.

Rocca di Papa. Intorno alle 4. 50 fu avvertita ivi quasi generalmente la scossa. Una persona che era al tavolino lo sentì ondeggiare per circa quattro secondi fra NE e SO. La scossa non fu molto forte, ma sufficientemente sensibile. Il Sismografo la notò sussultoria ed ondulatoria come si è detto.

Frascati. Il ch. Prof. P. Carlo Lavaggi mi scrive dal Collegio di Mondragone. « Io non avvertii il terremoto ma molti l'hanno notato alle 4. 50′ più » o meno precise come molto sensibile ondulatorio; altri l'hanno giudicato » ondulatorio insieme e sussultorio e tutti convengono nell'indicarne la so- » lita direzione di SO, NE e della durata di 20″ o 30″. Avvenne ad una per- » sona che scriveva di segnare un tratto di penna lungo 5 o 6 millimetri » nella direzione medesima dell' asse tracciata dalla punta del pendolo nel » Sismografo cioè tra il SO ed il SSO. L'estremità del baffo piega alquanto » verso il Sud rientrando poi in se stessa. Alcune chiavi appese battevano » fortemente fra loro. Le galline gridarono a lor modo tutte contemporanea- » mente. Al mezzodì del giorno seguente nel pendolo sismografico si vedeva » un' oscillazione di circa un terzo di millimetro. In Frascati fu sentito meno » energico, ma i malati al dire del ch. Dottor Leva ne subirono qualche » disturbo, anche quelli fra questi che erano in via di guarigione, durante » tutta la notte dal 6 al 7. » Il medesimo Dottor Leva mi fa sapere che presso Frascati nel luogo detto *Pescatori* limitrofo agli Orti *Sora* ed alla Stazione della Ferrovia, la scossa fu fortissima ed in tre riprese assai spiccate, la media delle quali fu la più forte. Tanto che i contadini eransi decisi di abbandonare la casa fuggendo all' aperto se avesse ripetuto il fenomeno anche leggermente.

Con questi dati non è possibile non riconoscere nel territorio di Frascati la scossa più che *mediocre*: anzi le ultime notizie la dipingerebbero quasi più che *forte*: ma poichè nella città non parve così furiosa, prendendo una media dall'analogia ancora dei paesi circostanti la ritengo sul 5.° grado, cioè fra le scosse *mediocri*.

Qui aggiungo le notizie di alcuni luoghi le cui relazioni non specificano abbastanza il grado di forza del terremoto, ma che dall' insieme non si può

10

giudicare minore del 5.° grado ossia *mediocre*, nè superiore al 6° cioè *forte*. In questa incertezza ci siamo trovati già per Frascati e per Roma stessa, come abbiamo visto da principio nell'enumerazione delle notizie.

Valmontone, Montefortino, Cisterna. Il Galli che raccolse molte notizie in questa regione dice di Valmontone, che subì la scossa alle 4. 48′ precise t. m. di Roma, che furono due scosse ondulatorie durate circa 30″ o 40″, e che qualche persona soffrì da una mezz' ora innanzi alla scossa forte perturbazione nervosa. Intorno a Montefortino poi seppe, che verso le 4. 50 si intese la scossa in forma d' un grande colpo sotterraneo unito a rombo. Ivi però sembra che nella parte più alta del paese cioè più in montagna pochi avvertissero questa scossa. In una casa fu osservato che i gatti cessarono dal mangiare nell' atto del terremoto. A Cisterna finalmente la scossa parve forte, ondulatoria, in direzione E–O. Durò circa 12″ o 13″ ed avvenne circa alle 5 pom. Verso poi le 8. 15 della sera fu bene avvertita un' altra scossa.

Nel grado di *forte* viene decisamente la scossa di Tivoli. La qual città essendo assai più delle predette lontana dal centro del fenomeno, che chiaro apparirà nella Terra di Lavoro, permette di credere che i luoghi pure suddetti di Valmontone, Montefortino, e Cisterna, come poi si ragionerà anche in ordine alle fratture, debbano averla subita di 6.° grado ossia *forte*.

Tivoli. Il Canonico Tommaso Coccanari mi scrive che si sentì in Tivoli il terremoto alle 4. 46 pom. ondulatorio da NE a SO durando circa 4″. Produsse per effetto generalmente il suono dei campanalli. Dominava il vento di Libeccio, l' atmosfera era piuttosto calda e nulla di notevole si vide nel lago della solfatara. Non si garantisce l'esattezza dell'ora.

Veroli. Da questa città il Prof. Cocchi scrive al ch. P. A. Secchi che circa alle 5 pom. s'intese una alquanto forte scossa di terremoto ondulatorio da E ad O della durata di circa 4″. Non cessato ancora il fremito delle mura, si è ripetuto lo scuotimento con la medesima intensità, durata e direzione. Rombo alcuno non ha preceduto la scossa nè altro si è inteso fin all' ora in che scrisse, cioè fino alle 10 pom.

Lasciando il 6.° grado, ossia delle scosse forti, passiamo ad esaminare i luoghi colpiti con maggiore energia, cioè, come noi diciamo, *molto fortemente*, lo che costituisce il 7.° grado della intensità e ci avvicina sempre più topograficamente al centro del fenomeno.

Ceprano, Sant'Elia e Valle Rotonda. Da notizie procuratemi dal Rmo P. Quandel Monaco Cassinese, mostrano che in Ceprano e contorni la scossa fu sentita *molto forte*. Lo stesso mi dice di Sant'Elia e Valle Rotonda; ed ag-

giunge, che questi ultimi luoghi non dovettero trovarsi molto lontani dal centro del movimento.

Frosinone. Da descrizione fattami verbalmente da una persona trovatasi in Frosinone apprendo che ivi la scossa fu precisamente del 7° grado, cioè *molto forte*. Oltre agli altri dati caratteristici per ciò che non riferisco, merita ricordo l'avvenuto ad un tale che trovavasi leggendo seduto sotto il parapetto di una fenestra, e che fu rovesciato in terra con la sua sedia; a questo medesimo in quel punto sembrò vedere le grondaie dei tetti delle case laterali alla via che si toccassero a vicenda.

Coll'8.° grado *fortissimo* incominciano i danni materiali, i quali non mancarono in questa scossa del 6 Decembre, che per intensità raggiunse anche un grado più elevato dell'ultimo descritto del 7 Ottobre.

Monte Cassino e Cassino. Da lettera del sullodato P. Quandel apprendo che alle 4. 46′ t. m. di Roma, come sopra ho già riferito, fu sperimentata una non tanto violenta, quanto lunga scossa di terremoto, ondulatoria, e durata forse intorno a 15 secondi. Aggiunge poi così: « Il nostro Monastero ha sofferto qualche poco nelle fabbriche. Questo terremoto è stato spaventoso » per la sua durata e ci ha veramente sorpreso per questo, più che per la » forza, perchè ne abbiamo sofferti altri più intensi. » Di Cassino poi so dal ch. Prof. Tito Armellini notizie apprese da persona trovatasi colà alla Stazione della Ferrovia. Ivi la scossa fu assai spaventosa ed avvenne che qualche momento prima della medesima, un cieco cominciò improvvisamente a gridare: *Oh Dio, mi manca il terreno*! Fu dagli astanti creduto un delirio: ma poco dopo il relatore del fatto fu preso da urto convulso e le donne tutte contemporaneamente gridarono, perchè sentivasi già il terremoto. Si udiva uno strepito tutto all'intorno e specialmente scricchiolare l'architrave della porta. Tutti si diedero a fuggire dalla porta della Stazione, che guarda la montagna. In questo punto il relatore fu sorpreso da fortissimo dolor di capo unitamente all' avvertire un senso speciale di caligine all' intorno, che al medesimo ed agli altri pareva provenire dal di sotto della montagna. È chiaro che il dolor di capo unito al senso speciale di calore dovette essere prodotto da un'emanazione straordinaria di acido carbonico, proveniente dalla frattura della montagna di Monte Cassino.

Isola di Sora. Il ch. Prof. Cav. Giustiniano Nicolucci mi scrive, che il terremoto in Isola fu distinto in due scosse ondulatorie nel senso di SO–NO, succedutesi rapidamente l'una all'altra. Pochissimo fu il danno dei fabbricati; appena qualche lesione in quelle medesime case, che soffrirono nel Luglio 1873. Nessun'altra scossa si è avvertita dipoi.

Arpino. Per notizia comunicatami dallo stesso Nicolucci sappiamo, che il Collegio Tulliano e la casa del sig. Pietro Cossa patirono danni consistenti in aperture di muri.

Sora. Leggesi nei giornali, che a Sora appena si avvertì la scossa tutta la popolazione uscì fuori dalle case e voleva ad ogni costo entrare in chiesa a pregare. Il Sotto-Prefetto e le persone più influenti persuasero la popolazione di restarsi a pregare nel di fuori, collocando l'immagine di S. Restituta, protettrice della città, innanzi la soglia della chiesa. Da questo medesimo luogo mi scrive il sig. Ernesto Tronconi, che verso le 5 pom. fu *fortissima* la scossa e riempì tutti di spavento. Esso trovavasi nella casina e vide le vetrine dimenarsi in modo, come se fossero spinte da una persona con tutta la forza: non produsse però quivi danno veruno, perchè ondulatoria. L'ondulazione fu fra SO e NE, e durò forse 12''. In campagna fu intesa con assai più grande veemenza: fu preceduta da un rombo in lontananza. Da altre notizie risulterebbe, che la durata da altri fosse stata apprezzata di 4'', e che un'altra scossa fosse stata avvertita più tardi: e finalmente che la città di Sora ne fosse rimasta tutta lesionata.

Arce. Leggo nei giornali, che alle 4. 45 pom. (t. m. di Roma) vi fu una fortissima scossa, che durò circa 15''. Fu preceduta, accompagnata e seguita da un cupo e spaventevole rombo sotterraneo: il popolo atterrito si riversò tutto per le strade e nella piazza. Fu un momento terribile: nessun grave danno ebbe a deplorarsi, tranne lesioni in diverse abitazioni.

Passiamo ora ad esaminare le notizie esprimenti la massima forza di questo terremoto, che fortunatamente raggiunse soltanto in pochi luoghi il 9.° grado detto *rovinoso*, e non progredì in verun luogo fino al 10.° e massimo della nostra scala, che appelliamo *disastroso*.

Alvito. Il ch. sig. Prof. Potito Santoro, che attende in quella regione ad osservazioni sismiche, mi fece tosto sapere, che in Alvito la scossa fu più che fortissima, ed avvenne approssimativamente verso le 5 pom. Narra che tutti i fabbricati, massime il Ginnasio, sono stati danneggiati, fra i quali poi rovinarono la Chiesa di S. Rocco ed una casa rurale, ove anche rimasero sepolte due persone e parecchi animali. La direzione del movimento è stata da S a N. Durante la notte si sono avvertite altre leggere scosse intorno alle 10 pom. Prima del grande terremoto il cielo era nebuloso e grave.

La Posta, Acquafondata. Villa S. Lucia, Gallinara, Atina e San Donato. Dai giornali e dalle notizie varie raccoltemi dai cortesi corrispondenti già citati, apprendo che nel villaggio della Posta presso Sora sono crollate dieci

case cagionando ferite a molti, morte a nessuno. Oltre le case due chiese rimasero estremamente danneggiate. Il parroco provvide ai primi bisogni, e consigliò la popolazione di rimanersene a cielo scoperto. Ad Acquafondata, che è paese superiore a San Pietroinfine verso i monti di Cassino, è caduta l'intera vôlta della Chiesa parrocchiale. In Villa S. Lucia paesetto prossimo alle falde di Monte Cassino dalla parte di Roma, è caduto il campanile della Chiesa e molte case sono rimaste lesionate ed altrimenti danneggiate, producendo anche qualche leggera ferita agli abitanti. Ivi parve il terremoto assai più lungo di 15″. A Gallinara, frazione del Comune di San Donato, due povere donne furono ferite dalla rovina di un tetto. Di Atina e San Donato dicesi, che si ebbero a sperimentare danni simili agli avvenuti nel luglio dello scorso anno.

Scapoli e Pescocostanzo presso Venafro. Da queste regioni mi sono mancate notizie particolareggiate. Mi si dice però che in ambedue questi luoghi le scosse furono violentissime. La loro posizione fra i luoghi sopra enumerati, mi fa decidere di aggrupparli coi medesimi, per ciò che riguarda l'intensità.

§. VII.

TOPOGRAFIA E VELOCITA' DELLE ONDE SISMICHE NEL TERREMOTO DEL 6 DECEMBRE DEDOTTA DALL'ANALISI DELLE NOTIZIE.

Nella terza applicazione del sistema d'analisi adottato in questa memoria a ricavarne la sintesi, potrò procedere più speditamente e con brevi parole. Perciò sempre più potrò rimandare il lettore all'esame del quadro sinottico compilato col medesimo sistema già due volte sopra presentato. Non solo per questo ma anche per gli altri terremoti sarebbe stata necessaria una carta topografica. Ma poichè questa carta avrebbe dovuto comprendere più di mezza Italia ed avrebbe dovuto contenere la indicazione migliore possibile della orografia della Penisola, ognuno intende che sarebbe stata opera di costo eccessivo e forse non proporzionato ai limiti di una semplice memoria. Questa carta però io la vengo preparando per un lavoro più vasto, dirigendola in modo particolare alla geografia sismica italiana dedotta dall'analisi storica di quanti più terremoti potrò raccogliere più o meno particolareggiatamente descritti. Se il tempo e le forze mi basteranno, questo lavoro già bene incaminato farà certamente molto progredire lo studio della endografia attiva in Italia e nel globo intero. E giacchè il discorso è naturalmente caduto su ciò ag-

giungo anche preghiera ai dotti tutti massime italiani di volermi comunicare le notizie che loro venga fatto di raccogliere o di volersi occupare nel ricercare massime nelle storie, negli archivi nei monumenti locali delle singole provincie ed eziandio nello studio geologico delle contrade diverse i dati relativi alla sismologia e farne argomento di speciali interessantissime publiche monografie (1).

Anche nel terremoto del 6 Decembre tanto spiccatamente coincide l'intensità quasi massima del fenomeno con l'ora più bassa, che quantunque non ne sia garantita in modo speciale la esattezza, essa è certa col confronto delle altre ore bene accertate. Sappiamo di Arce che ebbe il terremoto alle 4. 45; sappiamo poi di Cassino che lo ebbe alle 4. 46′ con intensità non dissimile quantunque forse alquanto minore. Vediamo poi Napoli da una parte e Roma dall'altra scosse alle 4. 50′; quindi è indubitato che il terremoto partì da un punto vicino ad Arce e poco lontano da Cassino, irradiando il movimento tutto all' intorno con una velocità da ricercare misurando la distanza e le differenze di tempo. Avendo poi visto la intensità massima del fenomeno ad Alvito, San Donato, la Posta, Acquafondata, Scapoli etc., che sono paesi i quali coronano le creste apennine della catena del Monte Meta, vicino ad Arce e Cassino, non è difficile riconoscere in questa frattura assiale appennina il centro di irragiamento della scossa di cui ragioniamo. Ivi dovette avvenire il terremoto forse anche prima delle 4. 45. Noi però prendiamo questa per ora del centro essendo sicuri di non poter errare in modo da viziare perciò il ragionamento. Ma esaminando le ore degli altri luoghi, subito a prima vista comparisce un dato, che dimostra il terremoto anche questa volta non irradiato per linee rette. Troviamo cioè Terracina, che dista da Cassino e da Arce immensamente meno che Roma e Napoli, ricevere la scossa anche più tardi di queste due città, cioè alle 4. 52′. Nè la sola Terracina si trova in questo caso, ma eziandio tutte le città situate sui monti Lepini nel versante che guarda la Palude Pontina. Da questi luoghi non apprendemmo l'ora con speciali note di certezza, però coincidendo esse così bene con la certificata di Terracina acquistano importanza ed avvalorano la dimostrazione della tardità della scossa in tutta questa regione. Dunque anche nel terremoto del 6 Decembre le differenze dell'ora meritano di esser studiate con l'andamento

---

(1) In questo genere ci hanno già dato recentemente ottimo esempio il Fulcis per le provincie Venete, il Ragona per il Modanese, il Serpieri per la città di Urbino. Oltre a ciò il Conte A. Malvasia mi ha comunicato un diligente spoglio manoscritto da esso fatto negli Archivi e Biblioteche di Bologna ed il Prof. Ignazio Galli si è già posto all' opera per fare il medesimo per la città di Velletri.

delle fratture per vedere se in questi andamenti si trovi la soluzione delle apparenti anomalie.

Procediamo con ordine di stazione in stazione. Alle 4. 45 più o meno precise scuotevansi le creste apennine nella regione del monte Meta. A Cassino il terremoto giungeva alle 4. 46′; in un minuto adunque avea corso 30 kil. perchè tanti ne corrono dalla sommità assiale suddetta all'estremità della cresta derivata del Monte Cassino, seguendo però l'andamento della cresta montuosa. Con la medesima velocità vediamo arrivare la corrente sismica a Valmontone alle 4. 48 distante 90 kil. dal centro del fenomeno per la via delle fratture-valli del Liri e del Sacco. Da Valmontone a Roma corrono 60 kil. per la frattura vulcanica laziale e troviamo questo spazio percorso fra le 4. 48′ e le 4. 50′ cioè assai più lentamente. L'onda sismica avrebbe dimidiata la sua velocità in questo tratto riducendola a soli 15 kil. a minuto. Confrontando poi questa seconda velocità con la sperimentata fra Valmontone e Terracina, che sono luoghi legati fra loro dalla grande frattura vulcanica lazialepontina che gira attorno ai monti Lepini, vediamo appunto che i 60 kil. di distanza fra Valmontone e Terracina sarebbero stati percorsi dal terremoto parimenti colla velocità di kil. 15 a min. In Valmontone adunque dove precisamente esiste il biforcamento delle fratture principali sarebbe pure avvenuta la divisione in due della corrente sismica del 6 Decembre. E questa diminuita di volume perde anche la metà della sua celerità primitiva. La regolarità di questi risultati nel tempo e nella misura fa parte a mio credere della loro dimostrazione. Come per contrario se abbandoniamo la guida delle fratture principali troveremo in questo terremoto, come negli altri sopra esaminati una inconcepibile varietà nelle velocità e sopratutto la niuna loro relazione verso le distanze. A Terracina per esempio, che dista da Alvito soli 58 kil. in linea retta, il terremoto sarebbe giunto colla velocità di kil. 3 a minuto mentre a Roma che ne dista 100 parimenti in linea retta vi sarebbe giunto percorrendone 20 a minuto. Del resto si osservi il quadro degli elementi nella colonna delle distanze in linea retta confrontata colle conseguenti velocità, e parrà chiara a prima vista la confusione che vieta riconoscervi qualsivoglia legge naturale.

Alla gradazione trovata regolare delle ore secondo l'andamento delle fratture, corrisponde l'ordine medesimo nella scala delle intensità. La forza delle scosse diminuisce da Alvito a Valmontone e da qui a Roma. In egual proporzione continua a diminuire da Valmontone a Terracina: in una direzione cioè che torna ad avvicinarsi al centro della scossa. Dunque l'ordine

della intensità conferma il risultato dedotto già dall'analisi delle ore ed ambedue gli elementi ci delineano la medesima topografia del terremoto nelle fratture principali del suolo.

Dopo Roma verso il settentrione nella linea della zona vulcanica il terremoto del 6 perdette ogni forza. Mancano ivi del tutto le notizie; e siffatta mancanza equivale all'averne negative o quasi negative. Infatti unicamente da Viterbo avemmo un sentore della scossa assai languido, bastante solo a farci concludere, che da quella parte il terremoto non oltrepassò il territorio Viterbese. Anche il dileguarsi del terremoto a Viterbo sarebbe inesplicabile, se non lo riconoscessimo diramato con varia forza e volume nelle diverse fratture. Imperocchè se le vibrazioni sismiche progredissero ad onde concentriche, non potrebbero dileguarsi a Viterbo per ricomparire a Firenze ed a Genova, come avvenne del terremoto appunto del 6 Decembre. Dobbiamo dunque riconoscere che la corrente venne a guisa di fiume per le fratture-valli del Liri e del Sacco; e poscia per la vulcanica laziale, esaurì le sue forze spandendosi nella continuazione di essa frattura verso i vulcani spenti Cimini ossia verso Viterbo. A Firenze poi ed a Genova vi giunsero altre porzioni della corrente partite dal centro per altre vie che di poi esamineremo.

Alle 4. 50′ il terremoto fu sentito a Napoli cioè a circa 90 kil. di distanza dal suo centro. In Napoli ebbe una intensità non dissimile da quella di Roma quantunque forse alquanto minore. Lungo la zona fra Cassino e Napoli non sappiamo che il fenomeno abbia mostrato forza veruna. Non fu così nel tratto da Alvito a Valmontone; parrebbe perciò che una corrente debole avesse invaso la regione dell'Italia meridionale. Infatti mentre sappiamo che verso il Nord il terremoto investì perfino Ancona , Pesaro , Firenze e Genova , nel mezzodì sappiamo di certo che non fu avvertito neanche a Cosenza, ove risiede un eco quasi costante di tutti i terremoti Italiani. Dal centro del terremoto a Napoli in linea retta le onde sismiche avrebbero percorso 18 kil. a minuto. Ma per la frattura del Volturno , che è la sinclinale dei monti alti a sinistra di questo fiume e poscia di là per le fratture vulcaniche del Vesuvio avrebbe dovuto giungere alla grande città con cammino alquanto più lungo svolgendo appunto la velocità di kil. 15 a minuto. La quale velocità essendo appunto la debole già verificata per questo terremoto nella direzione del Nord, aggiunge un dato non ispregevole per riconoscere la legge seguita dalle onde sismiche diverse in questo scuotimento.

Ci restano da esaminare nel quadro delle ore per la velocità, l'ora di Firenze e l'ora di Aquila, e nello studio dei limiti di questo fenomeno le no-

tizie di Ancona Pesaro e Genova. A Firenze giunse il terremoto alle 4. 59′ cioè dopo 14 minuti che avea colpito nel suo centro del monte Meta. Ivi se fosse giunto per linea diretta avrebbe percorso 21 kil. a minuto. Per la via delle fratture poi sembra difficile il riconoscere positivamente il cammino a cagione dell' inestricabile rete di esse che trovasi svolta fra Firenze ed il centro meridionale del terremoto. Ma una paziente analisi dei dati ci porrà in mano il filo anche in questo labirinto. Abbiamo visto che secondo la mia teoria dedotta dall'esperienza, le grandi distanze sono percorse dalle correnti sismiche nelle sole fratture principali e nelle quasi principali fra le derivate. Perciò almeno nei casi ordinari non dovremo cercare i legamenti sotterranei fra due regioni assai distanti nell'intreccio delle fratture di secondo e terzo e quarto ordine. Da ciò consegue, che nel caso presente dovremo cercare i legamenti supposti o nelle grandi creste assiali dei monti, o nelle fratture sinclinali corrispondenti a quelle sommità, od al più nelle valli-fratture maggiori, ossia nei bacini dei maggiori corsi dei fiumi. Così ridotta l'analisi noi abbiamo fra Firenze ed Alvito solo tre linee o per meglio dire tre gruppi di fratture principali che tracciano tre direzioni di supposti veicoli sismici. La prima sarebbe la continuazione della frattura vulcanica della zona mediterranea. Ma già vedemmo che questa frattura fu scossa appena appena fino a Viterbo, ed oltre a ciò non giungendo direttissima fino a Firenze dovremmo supporre esser state in molto giuoco anche le fratture assai secondarie di che non abbiamo verun sentore nelle notizie raccolte. Dunque non pare che questa linea sia stata prescelta dal terremoto per dirigersi a Firenze. Una seconda strada sarebbe forse da riconoscere in parte nella valle del Tevere supponendovi avviata l'onda proveniente da Roma. Ovvero potremmo sospettare che un'altra corrente fosse discesa per il lago di Fucino e poscia percorse le valli del Velino e della Nera potrebbe essersi intromessa in quella dell'Arno rientrando nelle creste assiali dell'apennino. Ma anche per questo cammino dovrebbero molto aver funzionato fratture secondarie nell'oltrepassare il bacino del Fucino al Nord del medesimo. Massime poi ciò sarebbe avvenuto se invece del cammino descritto in parte lungo le creste, l'onda avesse dovuto investire per meati secondari la valle dell'Arno, provenendo da quella del Tevere. Oltre a ciò anche qui niuna notizia ci autorizza a riconoscere in questa linea la via del terremoto, e segnatamente è quivi assai significante il silenzio per quel giorno del Bellucci, che in Perugia attende all' osservazione assidua del Sismografo. Ci resta solamente la terza via e la più regolare, nella quale poi non mancano i dati che ce la fanno riconoscere come

via del terremoto nel giorno 6 Decembre. Essa è la cresta principale assiale apennina. Partendo su questa linea di frattura massima dalla regione del monte Meta presso Alvito e Posta e giungendo fin sopra Firenze cioè presso Marradi dove già vedemmo che per la valle della Sieve scese il terremoto a Firenze dalle creste apennine nel 7 Ottobre, si svolgono circa 415 kil. Questa distanza percorsa in 14 minuti, dà appunto kil. 30 a minuto che è la velocità precisa già trovata per le onde principali del terremoto che analizziamo. La coincidenza del tempo colla distanza è già un buon indizio di aver colto nel vero. Ma siffatta prova viene anche avvalorata dalla certezza che il terremoto veramente si avviò per le creste apennine fino a grandi distanze verso il Nord della Penisola. Le notizie delle languide scosse avvertite ad Ancona ed a Pesaro ed altre che non ho riferito perchè assai incomplete per altri punti delle Marche, indicano abbastanza, che quelle contrade del versante Adriatico furono investite dal terremoto. Il quale non potè certo pervenire colà, che per la via centrale della frattura assiale apennina. Per la medesima via pure soltanto potè giungere fino a Genova, mentre per la via della pianura e del lido marino non abbiamo indizio che vi sia stata diretta. Dunque e le ore, e le distanze, e la topografia dei luoghi scossi collimano a dimostrarci, che il terremoto si diresse nell'alta Italia per la zona assiale apennina, riproducendo così un fenomeno già più volte verificato in questa stessa memoria e dal Serpieri nell'analisi sua del terremoto del 12 Marzo 1873.

Da ultimo dobbiamo discutere sulla carta topografica l'ora di Aquila assegnata alle 4. 54′ cioè 9 minuti dopo il primo apparire dell'urto presso Alvito. Ponendo l'occhio sulla carta vediamo anche qui che in linea retta la breve distanza di kil. 84 sarebbe stata percorsa con molta lentezza cioè in soli kil. 9 a minuto. Prendendo poi ad esame la valle di Aquila nei suoi legamenti colle creste apennine verso la regione del Meta, trovo che la città dista kil. 120 dal centro del terremoto e perciò l'onda vi sarebbe giunta colla velocità di 14 kil. a minuto. Velocità tanto prossima a quella di 15 trovata costante in tutte le correnti secondarie di questo scuotimento sismico, che supposta una minima inesattezza dei dati, può considerarsi identica alle altre prima verificate. Si conclude così con mirabile armonia di tutti i dati che il terremoto del 6 Decembre, come gli altri prima esaminati, scoppiato sotto le creste dei monti presso Alvito, ebbe due velocità diverse. La più intensa fu di 30 kil. a minuto e la meno intensa secondaria fu di 15 kil. cioè la metà della prima.

Nulla aggiungo relativamente all'esame delle direzioni delle onde sismiche apprezzate nei singoli luoghi normalmente o parallelamente alle fratture, perchè anche questo fatto è ormai stabilito e basta verificarlo nel quadro che segue.

Specchio degli elementi certificati nell' analisi per riconoscere nelle fratture del suolo la topografia e la velocità delle correnti sismiche nel terremoto del 6 Decembre

Luoghi dai quali si ebbero le notizie	*Ora dell'arrivo delle scosse in t. m. di R.*	*Minuti di differenza dal centro sismico stabilito verso Alvito*	*Distanza dal centro in linea retta e conseguente velocità dell' onda sismica per ogni min. primo*	*Distanze dal centro sismico secondo gli assi delle fratture principali derivate dalle creste dei monti, e conseguente velocità dell' onda sismica per ogni minuto primo*	*Direzione delle onde sismiche*	*Orientazione degli assi delle valli-fratture per ciascun luogo*	*Grado dell'intensità*
Alvito	4.45'	0	0	—	N—S	*Vallata* N—S	9°
Sora	—	—	—	—	SO — NE	*Liri* NE — SO	8°
Isola	—	—	—	—	NO — SE	idem	8°
Cassino	4.46'	1'	k. 17 = 17	—	—	—	8°
Ceprano	—	—	—	—	—	—	7°
Valmontone	4.48'	3'	k. 66 = 22	Per la valle del Liri e poscia del Sacco, circa kil 90 = 30	—	—	5°—6°
Cisterna	—	—	—	—	E — O	*Fosso* N — S	5°—6°
Tivoli	—	—	—	—	NE — SO	*Aniene* NO,SE	6°
Veroli	—	—	—	—	E — O	*Fosso* N — S	6°
Alatri	—	—	—	—	N — S	*Fosso* N — S	5°
Anagni	—	—	—	—	E — O	*Vallata* N — S	5°
Velletri	—	—	—	—	NNE — SSO e NO — SE	*Frattura* N—S ed *altra* NO — SE	5°
Roma	4.50'	5'	k. 100 = 20	Da Valmontone per la frattura vulcanica k. 30 = 15	SO-EN e SE-NO	*Tevere* NO — SE	5°
Napoli	4.50'	5'	k. 90 = 18	Per la valle del volturno e le fratture vulcaniche del Vesuvio kil. 120 = 15	—	—	5°
Terracina	4.52'	7'	k. 58 = 8	Da Valmontone per la frattura-valle Pontina k. 60=15	S — N	*Amaseno* N — S	4°
Rocca Massima	—	—	—	—	E — O	*Fosso* N — S	4°
Aquila	4.54'	9'	k. 84 = 9	Pre le creste dei monti e poscia-Valli del *Gizio* ed *Aterno* kil. 120 = 14	—	—	3°
Firenze	4.54'	14'	k. 290 = 21	Per la cresta assiale dell' Apennino e poscia per la valle della Sieve circa kil. 415 = 30	E-O e NO-SE e S — NE	*Arno* E — O e *Mugnone* NE — SO	2°

§. VIII.

INDAGINI COMPARATIVE SOPRA I TRE TERREMOTI ORA ANALIZZATI E SEGNATAMENTE SOPRA UN PROBABILE DATO SCIENTIFICO PER PREVEDERE L'ARRIVO DI QUESTO FENOMENO.

Vorrei raccogliere qualche frutto anche della comparazione fra loro dei dati ottenuti nella triplice analisi, e vorrei pure spingere questa medesima analisi ad altre indagini d'ordine più elevato e generale intorno al misterioso fenomeno del terremoto. Non può avvenire per puro caso che sopra tre fenomeni fra loro separatissimi in tempo, in regione ed anche alquanto in intensità, l'analisi istituita abbia scoperto le medesime leggi ed il medesimo modo di espandersi il movimento del suolo. Non solo noi trovammo che il terremoto si espande nelle fratture come una inondazione nelle depressioni del terreno, ma trovammo pur anco alcune specialità nel modo di espandersi che si ripeterono in tutti i tre fenomeni che studiammo. In tutti vedemmo investita in punti diversi la frattura assiale apennina nelle sue creste più alte e centrali. In tutti verificammo che le correnti sismiche invasero di preferenza uno dei due versanti, quasi che la causa del terremoto oltre il moto verticale concepito dal sotto in su nello scoppiare come mina, avesse anche in se medesima un altro moto di corrente diretto trasversalmente all'asse apennino. E su questo punto sembrami poter estendere a tutti i tre terremoti l'osservazione fatta circa quello del 7 Ottobre, nel quale vidi una speciale tendenza all'energia nella linea del meridiano. Merita primieramente considerazione il fatto che le tre zone assiali apennine prescelte per centro d'azione in ciascuno dei tre terremoti, sono tre porzioni dirette ognuna esattamente dall'Est all'Ovest. Oltre a ciò in ciascuna di esse trovo estesa l'onda più energica nel versante che apprestava meglio prolungate fratture nella direzione del Nord-Sud. Infatti nel terremoto del 24 Febraio dai monti Sibillini che sono diretti fra l'Est e l'Ovest la corrente sismica si estese gagliarda e voluminosa verso Roma ed Aquila avviandosi per la valle della Nera orientata dal Nord al Sud. Nel versante opposto le valli sono dirette a NE e solo quella del Chienti fu investita con una certa forza nella regione prossima alle cime. Ivi il terremoto sulla linea d'Ancona era già debolissimo mentre dall'opposto versante apennino giunse fino a Roma con forza e celerità relativa.

Nel terremoto poi del 7 Ottobre dalla linea del monte Guerrino trovavansi disposte dal Nord al Sud le valli della Romagna non quelle della Toscana;

ed infatti in quel verso il movimento sismico estese la sua corsa. E finalmente nell'ultimo del 6 Decembre dalla linea del monte Meta parimenti orientata dall'Est all'Ovest, la corrente più poderosa scese verso Alvito e monte Cassino e Valle del Liri cioè verso il Sud, mentre dal lato opposto le valli fin dai loro nascimenti mostravano orientazioni diverse da queste. Cotesti dati che ritornano in tutti i tre nostri terremoti sono fatti incontrastabili. Quale poi sia la loro importanza nello studio del fenomeno tanto in generale quanto in particolare nel periodo del 1874, al quale essi appartengono, non mi sembra disamina da tentare per ora. La raccomando però di nuovo allo studio dei dotti, sopratutto perchè raccolgano fatti ed osservazioni nell'istoria dei passati terremoti. Intanto è un fatto importantissimo il vedere che queste tre porzioni assiali dell' apennino sono state ciascuna altre volte centro di simili e grandiose agitazioni sismiche. Sotto la linea dei monti Sibillini v'è la catena secondaria parallela ai medesimi del monte *Patino* centro conosciuto dei quasi continui terremoti di Norcia. Nella regione dei monti Meta presso Alvito e San Donato sappiamo di parecchi terribili terremoti avvenuti pei passati e nel presente secolo. Quanto poi alla regione di Marradi già il Bertelli ci ha avvertito, che ad esso sembra i terremoti di Firenze provenire o sempre o quasi sempre da quella regione dell'apennino. Ed oltre a ciò sarà da investigare se i frequenti terremoti della Romagna abbiamo in quella zona dell'apennino mai sempre il loro punto di partenza ed il loro focolare.

Ma qui sembrerà che io tenda a fissare il centro dei terremoti costantemente sotto le sommità assiali e centrali delle catene dei monti. Sarebbe troppo precoce un giudizio che affermasse o negasse recisamente anche questa legge. Se potessimo appoggiare ragionamenti molto generali sopra questi soli tre terremoti e sopra qualche altro, dovremmo concludere affermativamente e formolare già anche questa legge sismico-topografica. Ma poichè nè da una parte è abbastanza ancora conosciuta la topografia dei terremoti storici, nè dall'altra ci manca l' esperienza di terremoti anche non piccoli che urtarono lungi dalle creste dei monti; la nostra legge non può essere presentata che come un altro punto di vista sul quale fissare l'indagine. Non è certo impossibile a mio avviso, che i terremoti avvertiti anche lontano dalle creste dei monti , da quelli però provengano direttamente e taciti nel loro primo tratto di corsa. L'abbiamo visto in parte nell'analisi ora fatta. Imperocchè e nel terremoto del 7 Ottobre e sopratutto poi in quello del 6 Decembre abbiamo visto urtare dal terremoto luoghi assai distanti dal centro, senza che i punti intermedî si sappia che abbiano patito le scosse. Fu ab-

bastanza provato che a Firenze, a Genova, a Pesaro, ad Ancona il terremoto del 6 Decembre dovette pervenire per la cresta assiale apennina; ma punto non sappiamo da verun luogo che lungo la cresta suddetta il terremoto sia stato avvertito. Ciò dimostra che almeno non si sentì con gagliardia; dunque è lecito sospettare che vi transitasse tacito ed insensibile. Il fenomeno dei notissimi terremoti *a ponti* che si ripete anche spesso in Italia, non è egli il caso di terremoto che si communica percorrendo tacitamente una porzione più o meno lunga d'una frattura? Malgrado tutto ciò io mi guardo dal concludere formolando una legge; soltanto chiamo su di essa di nuovo l'attenzione dei dotti, acciò raccolgano osservazioni ed elementi atti a chiarire questa importante quistione da me proposta e che sarà un passo fatto per la scienza anche quando sia stata definitivamente eliminata dal campo delle ricerche sismiche.

Un' altra legge sembrami risultare alquanto più positiva e chiara dalle analisi fatte in questa Memoria. Essa si riferisce alle velocità delle diverse onde sismiche. Sappiamo dagli studi dei dotti anteriori ai nostri, che il terremoto con velocità diverse secondo i varì esempi che ne abbiamo percorre da 10 a 70 ed 80 kil. a minuto. Nei nostri terremoti del 1874 abbiamo visto una certa proporzione fra la intensità della scossa e la velocità della sua trasmissione. I primi due scuotimenti quello cioè del Febraio e dell'Ottobre, corsero nella loro massima velocità guadagnando 20 kil. a minuto, il terzo del Decembre che fu più energico ne scuoteva 30 a minuto. In tutti tre però le correnti secondarie e le primarie dopo suddivise percorrevano il suolo con una velocità che fu sempre esattamente la metà delle principali. Nei due primi fenomeni queste onde minori corsero 10 kil. a minuto e nel terzo ne abbracciarono 15. Non occorre far notare come questo dato già importante in se medesimo, colla sua regolare proporzione in ogni senso, avvalori la teoria che riconosce l'apparato del terremoto nelle fratture del suolo. E da ultimo sembrami che basti accennare come a questa stessa teoria sia dato il suggello di prova dal fatto costantemente dimostrato negli specchi delle notizie, che cioè le onde sismiche in ciascun luogo sono comparse normali o parallele o successivamente in ambedue i sensi verso l'asse delle fratture locali.

Nelle analisi singole sopra svolte ho detto che in fine avrei toccato ciò che fosse opportuno delle condizioni tutte meteoriche che accompagnarono questi tre terremoti. Intorno a questo punto dichiaro che nel caso presente sembrami inutile siffatto esame. Imperocchè nè da una parte questi tre fenomeni furono così grandiosi da esser accompagnati da assai sensibili squilibri

elettrici, nè in generale i dati meteorici possono esser studiati con frutto sopra un limitato numero di esempi. Non ho omesso nelle singole notizie i fatti che mi erano stati communicati e ciò basta per chi brami farne tesoro per lavori più estesi. Ometto del pari ogni indagine relativa al periodo sismico nel quale questi tre terremoti segnarono tre momenti di massimo, perchè questo esame abbisogna della statistica di tutti i fenomeni simili antecedenti e susseguenti. L'esame dei quali allungherebbe eccessivamente questa mia già lunga memoria. Riservo questo argomento ad un articolo speciale sul Periodo sismico Italiano del 1874 che publicherò come per l'anno decorso 1873 corredato d'un quadro grafico esprimente in curve tutti gli elementi propri di questo tema. In cotesto quadro appariranno anche le relazioni di tutti i periodi sismici con la curva barometrica di una stazione centrale italiana ed allora discuterò alquanto questo punto tuttora assai oscuro nella sismologia.

Mi resta finalmente a trattare del probabile dato scientifico per prevedere le scosse di terremoto. Arduo certamente ed ardito progetto è l'affrontare un tale argomento, ma perciò appunto non ne potrà essere in verun modo spregevole il tentativo. Testè il ch. Prof. Favaro di Padova publicò un lavoro, pregevolissimo al punto di vista storico e scientifico, nel quale dimostra che molti terribili antichi terremoti furono scientificamente prenunziati da filosofi contemporanei (1).

Io non voglio qui fermarmi ad istituire indagini intorno al dato acquisito dalla esperienza degli antichi: osservo però, come implicitamente fa anche il Favaro, che se quelli sorpassarono in ciò la scienza moderna, la quale si vanta giustamente d'aver molto progredito, deve la scienza odierna fra i suoi mille mezzi possedere anche quello adatto ad uno scopo così eminentemente utile all'umanità.

Alla scintilla accesa dal Favaro corrisponde un invito fatto dal Palmieri ai cultori tutti di fisica terrestre di fissare i loro sguardi sopra un fenomeno da esso più volte indicato, che si osserva nel Vesuvio. Questa è la parte dell'articolo del Palmieri che riservai per questo luogo allorchè riferii le notizie publicate dall'illustre sentinella Vesuviana in occasione del terremoto del 6 Decembre. Esso dice così dopo narrato il fatto della scossa avvenuta nella Terra di Lavoro: « Il Sismografo dell'Osservatorio Vesuviano avea se-
» condo il solito presagito da qualche giorno qualche scossa lontana, e l'ul-

(1) Intorno ai mezzi usati dagli antichi per attenuare le disastrose conseguenze dei terremoti; V. Atti del R. Istituto Veneto Serie IV Tom. III. Estratto pag. 27.

» timo segnale lo avea dato alle ore 2. 19′ pom. È singolare come questo » strumento all'ora dell'avvenimento ad Isola (1) sia rimasto tranquillo, men- » tre quello dell'Università in Napoli si è agitato. Questo fenomeno si è ve- » rificato più volte ed è degno di essere preso in molta considerazione da » gli studiosi della dinamica terrestre. »

L'osservazione fatta dal Palmieri sul Vesuvio corrispondeva esattamente con quella che mi era contemporaneamente trasmessa dal mio piccolo osservatorio sismico sotterraneo nel cratere dello spento Vulcano laziale. Anche di là mi si faceva sapere che si era vista una *straordinarissima* agitazione nel pendolo tromometrico durante il giorno 5 Decembre e che nel seguente giorno 6 era quasi ristabilita la calma, tanto che il terremoto sopraggiungeva improvviso a turbarla nel mio Sismografo latino. Quindi non potea giungere più opportuno l'invito del Palmieri allo studio di un fenomeno che io vedea non esser più isolato nel solo Vesuvio. Parvemi subito vedere tanto il vulcano attivo campano, quanto lo spento laziale essersi agitati nei giorni precedenti alla scossa che dovea avvenire in un punto medio fra loro ed essersi dipoi calmati quando le forze endogene stavano già riunite nel luogo destinato all' esplosione, donde poi la vibrazione irraggiando tutto all' intorno sarebbe tornata a sturbare la quiete riguadagnata poco prima nelle regioni vulcaniche predette. Sospettai insomma che una agitazione endogena potesse aver investito se non tutta almeno grande parte della penisola italiana fin dai giorni precedenti, avendo proporzioni gradatamente più intense nelle regioni più prossime al punto dell'esplosione. Per aver una prima verifica di questo mio supposto, pregai il ch. P. Bertelli, il ch. Conte Malvasia, il ch. Prof. Monte ed il ch. Prof. Guidi di mandarmi dalle loro stazioni di Firenze, Bologna, Livorno e Pesaro le osservazioni microscopiche da loro fatte in quei giorni sulle oscillazioni dei pendoli (2). Le risposte furono precisamente quali io le sperava (3). Tutte accennavano a molta agitazione nel giorno 4 e 5 e ad una calma relativa nel giorno 6. almeno dal mezzodì fino a qualche ora dopo il terremoto. A Livorno ed a Firenze l' agitazione era già stata maggiore nel giorno 4 Decembre. Ne ciò solamente, ma vi si verificava eziandio la diffe-

(1) Da questo luogo giunse al Palmieri il primo dispaccio telegrafico.

(2) Il ch. Prof. Monte fu gentile nel comunicarmi le sue osservazioni quantunque esso non crede che i piccoli moti del pendolo siano dovuti a causa sismica. Intorno a ciò ha egli scritto parecchi articoli ed opuscoli. Io ho riassunto le questioni su ciò nel Bull. del Vulcanismo Italiano n.º II, III e V, VI, Anno 1874. Quanto prima vedrà la luce una mia memoria nella quale renderò conto degli studi fatti da me su questa materia, dai quali mi risulta non potersi nell'odierno stato della scienza riconoscere altra causa che la sismica capace di produrre siffatti moti del pendolo.

(3) Nella risposta del Guidi mancano per equivoco le osservazioni del 5 e 6 Decembre.

renza preveduta in ragione della distanza dal centro sismico che dovea tremare. In Firenze ed in Bologna l'agitazione fu minore assai che a Rocca di Papa. Quella di Livorno non posso paragonarla perchè non conosco la misura d'ingrandimento del microscopio ivi adoperato dal Prof. Monte.

E qui debbo deplorare che fin ora in Italia nelle sole stazioni ora nominate si facciano osservazioni microscopiche sui pendoli. Perchè se in molti luoghi diversi se ne facessero e se tutte si fossero organizzate col medesimo metodo e nelle medesime condizioni, potremmo facilmente costruire le curve microsismiche sulla carta topografica di Italia, come si fa a Parigi per le pressioni barometriche di tutta Europa. Vedremmo su queste curve forse determinarsi un centro di massimo moto microscopico il quale allorchè eccedesse certi limiti che l'esperienza dovrebbe indicare, darebbe il segno d' allarme per la regione compresa nel massimo dell'agitazione. Ed infatti se sulle pochissime osservazioni che possediamo pel 6 Decembre volessimo pur tentare la prova della detta curva, il circolo minore ossia quello della massima intensità si chiuderebbe fra i monti Albani ed il Vesuvio con quella nota appunto d' eccesso che forse prenunzia il prossimo terremoto additandone anche il luogo in pericolo. Questo circolo in una parola avrebbe potuto disegnare prima dell'evento l'area del terremoto del 6 Decembre, il quale pure costò qualche vittima umana.

Ma ad illuminarci alquanto più su questa relazione che comparve ai 6 Decembre fra i moti microscopici dei pendoli ed il vero terremoto, tentiamo malgrado la somma penuria dei dati di esaminare le medesime relazioni cogli altri due terremoti che abbiamo analizzato in questa memoria. Allorchè avvenne il terremoto del 7 Ottobre già facevansi le osservazioni microscopiche in tutti i luoghi sopra indicati. Anche per questo terremoto la tempesta microsismica precedette la sensibile e disastrosa, ma precedette di due giorni intieri e la calma prenunziatrice imminente si manifestò fin dal giorno 6 Ottobre. Sappiamo che il Sismografo Vesuviano cominciò ad agitarsi ma leggermente nel giorno 4 Ottobre e continuò nei seguenti. Nel medesimo giorno 4 in Rocca di Papa l' agitazione fu grandissima e paragonabile solo a quella che verificavasi durante l'eruzione dell'Etna nel principio di Settembre. Continuò quest'agitazione anche nel giorno 5 e la calma quasi perfetta comparve nella sera del 6 e poscia nel giorno 7, cioè nel giorno del terremoto. A Firenze ed a Pesaro avvenne il medesimo; ebbero cioè questi luoghi molta agitazione nel giorno 4 Ottobre. A Bologna però che è il luogo più prossimo al centro della scossa (secondo però la topografia fratturale di esso sopra ana-

lizzata) l'agitazione massima microscopica avvenne nel giorno 5 e raggiunse numeri abbastanza elevati nella scala delle oscillazioni. Anche qui però come in Firenze ed in Pesaro tornò la calma prima del terremoto e solo momenti innanzi al terremoto in Bologna ed in Pesaro essendo state fatte le osservazioni si trovarono i pendoli in agitazione affatto anormale e nel loro genere gigantesca. È chiaro adunque che anche nel terremoto del 7 Ottobre la tempesta microsismica precedette di qualche giorno la grande scossa ed in alcuni luoghi massime in prossimità del centro sismico raggiunse proporzioni che potevano dare il segno d'allarme.

Pochi giorni dopo cioè ai 18 Ottobre altri terremoti sufficientemente intensi agitarono i medesimi luoghi della Romagna che erano stati scossi ai 7 Ottobre. Ma noi sappiamo che in quel giorno appunto un disastroso terremoto avveniva nell'Asia a Cabul. Non conosco per quei giorni le osservazioni di tutte le stazioni che chiamerò sismologiche, ma quelle che conosco confermano la legge che ora trasparisce dell'anteriorità della tempesta microscopica. Appunto ai 16 e 17 Ottobre io ebbi ad osservare in Rocca di Papa agitazioni grandissime e superiori alle ordinarie. Le quali agitazioni furono seguite da una calma perfetta nel giorno 18 quando cioè avveniva il forte terremoto in Romagna ed il disastro predetto nell'Asia. Anche a Firenze nel giorno 16 e 17 vi furono agitazioni e calma nel 18, non so peraltro se le agitazioni furono tanto forti quanto a Rocca di Papa.

Ai 24 Febbraio 1874 nè io nè il Conte Malvasia avevamo cominciato le regolari e continue osservazioni dei pendoli. Conosco però quelle del Bertelli fatte a Firenze e quelle del Guidi fatte a Pesaro. Il terremoto avvenne alquanto lontano da queste due stazioni la prima delle quali punto non l'avvertì e la seconda lo sentì appena estremamente debole. Ciò non ostante in queste due stazioni l'agitazione microscopica precedette di tre giorni la scossa; avvenne cioè nel giorno 20 del mese, dopo il qual giorno subentrò la calma che sembra foriera del terremoto prossimo altrove.

Dopo presentata questa memoria all'Accademia in Decembre e mentre era sotto i torchi in Gennaio una nuova tempesta microscopica alquanto eccessiva invase i nostri istromenti. Io la vidi in Roma e solo dalle proporzioni straordinarie della medesima, dissi a più d'uno che se la legge intravveduta era vera, quantunque ancora non conoscessi le osservazioni di Firenze e di Bologna, si potea prevedere un terremoto alquanto forte per uno dei seguenti giorni 23 o 24 Gennaio. Infatti il 23 Gennaio avvennero i replicati assai forti terremoti di Forlì che scossero l'intiera Romagna. Seppi poi che a Firenze

ed a Bologna appunto nel 22 la tempesta microsismica avea come in Roma preceduto le scosse predette. Poco dopo cioè ai 26 una nuova agitazione eccessiva mi si mostrò a Roma ed a Rocca di Papa. Sospettai di nuovo per uno dei successivi giorni e massime per il 27. Mi crebbe il sospetto allorchè seppi da Firenze e da Bologna che l'agitazione era stata forte anche in quelle stazioni nello stesso giorno 26. Poco dipoi il Malvasia ci annunziava che il 27 Gennaio la terra era stata in continuo moto sulle montagne di Monghidoro.

Potrei estendere questi confronti riandando addietro nei terremoti del 1873, ma con sempre minore chiarezza di risultati. Imperocchè per quel tempo non avrei altri dati che quelli del Bertelli, i quali essendo isolati in Firenze non indicherebbero altro che una agitazione più o meno precedente al giorno del terremoto ed una calma più o meno decisa nel giorno della scossa. Questo risultato sarebbe già non punto spregevole e concorderebbe col dato più volte affermato dal Palmieri e da esso dedotto dai segnali del suo Sismografo. Basti intorno a ciò riferire quanto il sullodato illustre Professore scriveva in occasione del vasto terremoto italiano del 12 Marzo 1873: « Il Sismografo elettro- » magnetico dell'Osservatorio Vesuviano, che suole annunziare i terremoti al- » cuni giorni prima, non ha mancato anche questa volta di fare il suo uffi- » cio: esso fu inquieto nel giorno 8 fino alle 10 a. Ma nel 12 era quasi tran- » quillo come suole avvenire nel momento che la sua previsione si avvera. »

Ma il tentativo che io propongo basato sul fatto verificato il 6 Decembre aspira a scoprire un dato più preciso nel confronto di molte osservazioni simultanee fatte in regioni diverse dalle quali ricavando una curva grafica arrivare a trovare il centro di ogni agitazione e seguire il movimento dell'onda sismica come facciamo dell'onda barometrica. Dal quadro delle osservazioni gentilmente fornitomi dai singoli osservatori io veggo benissimo che come coincidono i periodi di agitazione in tutti i luoghi, queste agitazioni non coincidono nella intensità che raggiungono, nè sempre toccano contemporaneamente al massimo locale. Veggo anzi parecchi casi nei quali la stazione sismologica che è più prossima al luogo ove avviene poi il terremoto raggiunse il suo massimo più tardi delle altre stazioni ed in un tempo più vicino a quello dello scoppio del terremoto. Dunque in un vasto e molteplice studio fatto sopra una ricca messe di osservazioni microsismiche vi sarebbe certo una grandissima probabilità di scoprire leggi sismiche della più alta importanza ed in fine l'arte di prevedere il terremoto. Da tutto ciò possiamo facilmente persuaderci che la sismologia è una scienza la quale abbisogna di osservazioni quotidiane continue e che è sul punto di entrare in una nuova e luminosa fase del suo progressivo svolgimento.

EFFETTI SINGOLARI DI UN FULMINE CADUTO SOPRA UNA CASA IN GROTTA FERRATA

MEMORIA

DEL PROF. TITO ARMELLINI

Nella lusinga che l' Accademia prenda interesse alla descrizione di alcuni singolari effetti cagionati dalla folgore ho l'onore di presentarle la seguente memoria.

La notte del 20 Ottobre dello spirante 1874 circa alle 10 pom. presso l'Oppido di Grotta Ferrata venne colpita dal fulmine una casa isolata di proprietà di Ludovico Mecozzi ubicata in Via della Mola nel Borgo detto delle Capanne prossimo agli Squarciarelli.

I guasti cagionativi e il complesso singolare dei diversi fenomeni che li accompagnarono furono due giorni dopo minutamente osservati da me, che vi discesi da Rocca di Papa unitamente al sig. Prof. Cav. M. S. De Rossi. Qui mi si porgerebbe il campo di distendere una dettagliata e lunga enumerazione dei gravi e molti danni osservati in presso che tutti gli ambienti che costituiscono quel casamento nei suoi diversi piani, cioè il terreno, quel di mezzado e il primo superiore; ma nel timore di recar noia ho creduto meglio ridurre a sommi capi la descrizione, raccogliendo i diversi effetti secondo la natura degli oggetti colpiti.

Con questo solo cenno già si indica una singolarità di fenomeno: perchè si enuncia il fatto, che di un casamento non vi sia ambiente dei nove che lo compongono, che non mostri le tracce, e tremende, dell' azione di quel fluido; il quale in tal caso, secondo il comune modo di vedere, potrebbe intendersi avesse avuto una trajettoria imitante il movimento dell'ago del sarto, e la scrittura *bustrofedon* paleografica.

Non v'è camera infatti che non mostri caverne aperte negli archi di porta inferiori, e nei corrispondenti superiori vani di fenestre, sconvolti i mattonati, forati i pavimenti, infranti e tormentati gl'infissi dei vani di porte e fenestre.

Ma veniamo ad indicare con l'ordine proposto i diversi fenomeni.

In primo luogo i muri offrivano il seguente spettacolo ben doloroso al loro proprietario.

Nel fianco libero della casa e posto in isquadra sulla linea del prospetto lungo la strada pubblica presso l'angolo scorgevasi una demolizione poco dissimile da una breccia che vi fosse stata aperta. Corrispondeva questa alla canna di camino sormontata già dal fumajolo d'opera muraria; la quale canna era costrutta nella grossezza del muro, e presso l'angolo della casa. Fu assai probabilmente questa parte l'obiettivo principale della scarica elettrica; la quale investendo la cavità della canna ne fece saltar via la fodera esterna benchè costrutta con muro di pietrame e della grossezza di circa 20 centimetri. La rovina di questa parte determinò poi forse per l'immorsamento di essa col muro di angolo, la demolizione di questo nella metà della sua grossezza, e per tutta l'altezza del piano fino al tetto.

Di qui evidentemente la folgore è penetrata nell'interno del piano primo superiore.

Ma non fu questo certamente l'unico punto della scarica, che secondo me dovette essere multipla: senza il qual concetto non ci possiamo render ragione della universalità dei danni e delle demolizioni prodotte nella maggior parte degli archi delle porte inferiori e delle fenestre superiori, non che in una interna parete che ruinò con uno squarcio, che l'aprì quasi nella sua altezza totale; facendo rimanere un istabile appoggio alla testata di un trave che si dovette immediatamente puntellare.

Intanto proseguendo ad indicare gli altri effetti sui muri e sui pavimenti, dirò che nella camera suddetta d'angolo lungo la parete veggonsi mancanze continue di guide di mattoni, per esserne stati balzati fuori dall'astrico; ed ivi presso un mattone offre un foro che attraversa e l'astrico medesimo e il sottoposto solaro; pel quale la folgore è passata nel piano inferiore.

È singolare che a pochi decimetri da quel punto rispondevano i banchi di un letto di ferro; il quale non ostante la sua metallica natura fu rispettato dalla corrente; di cui non risentirono alcun nocumento le persone che vi giacevano.

Ciò che grandemente ci colpì in questa ispezione fu il tormento veramente singolare subìto dalla maggior parte di tutti gl'infissi di porte e di fenestre. Omettiamo di parlare della proiezione, e del distacco di alcuni sportelli da vetri, trovati frantumati in mille pezzi, e la sparizione assoluta di due altri già esistenti al vano di una specie di lucernario, dei quali non si è trovato più indizio. Non è qui che voglio fermare l'attenzione dell'accademia: ma sibbene sullo stato particolare in che fu ridotta la maggioranza degli infissi; perchè rinvenuti schiantati, fessi, solcati, disvelti, schiodati, scollati,

sforzati; assai più che se a colpi di mazza, o di paletti, una mano armata di demolitori avesse voluto vincere la resistenza di quegli obici alla di loro opera distruggitrice. Di uno infisso aderente alla sua parete si vedea benissimo il solco che l'avea sfondato, incidendo anche la parete su cui posava.

Ciò poi che è più degno di attenzione in tutti questi fenomeni che si riferiscono alle porte, si è l'assenza di indizi di combustione; alla quale categoria di fatti va anche congiunto ciò che osservammo nella cortina di una fenestra: la quale senza la minima traccia di fuoco ci fu mostrata ridotta a brandelli per ogni verso.

Tocchiamo ora ciò che concerne l'azione calorifica. Di questa la principale è la più strana; perchè provocata in un sacco pieno di zolfo; e più perchè preferita nell'obiettivo della scarica ai metalli limitrofi, i quali erano un modello di ferro ed una stadera che trovavansi nel passaggio dell' elettrica trajettoria, senza che vi si scorga il minimo effetto di azione elettrica.

In una parete prossima al bancone d'un camino erano alcuni metalli; e tra questi si videro traccie di fusione, ma solo nell'oggetto estremo dei diversi posti in rango. Era questa una cazzuola di rame per attingere l'acqua, dalla quale la scarica si portò sulla sottoposta parete; lasciandovi la traccia serpeggiante, ed affumicata indicante la linea tortuosa seguita dalla scarica, in quella che passò al piano inferiore della casa.

In quanto a quelle traccie affumicate presentava interesse il loro confronto sulle pareti di uno stesso piccolo ambiente: il quale assai probabilmente avea costituito uno dei principali obiettivi della scarica.

Una tale parete rispondente alla fronte della casa termina nell' alto con un lucernario: da cui già dicemmo svelti e dispersi gli sportelli dei vetri: sotto questo notammo che aggettavano alcune testate di travicelli.

Ed è da questi travicelli, che si vedeano prendere origine diverse traccie sottili tortuose, che rimasero impresse sul muro: mentre nell'altra parete ad angolo in isquadra a questa, si vedeva una maggiore traccia nera discendente fino al pavimento, larga circa un centimetro e mezzo, bordeggiata da una lista giallognola; onde assai probabilmente, se volesse ritenersi che le minori siano le derivazioni di questa, dovrebbe supporsi che la scarica è uscita per la fenestra del lucernario : il che è confortato dall'altro fatto degli sportelli di questo vano che furono dispersi e non più rinvenuti.

Seguendo a dire intorno gli effetti calorifici, presso di quel vano di fenestra, ove notammo lo scherzo sulla cortina, era una lucerna di ottone: in cui vedeansi manifeste le traccie di fusione nel suo piede, che ne avea reso

scabra la superficie centinata; come pure era ben pronunciato una specie di taglio sopra il ciglio di questo, che indicava il posto pel quale la corrente si era fatta strada.

Gli accennati fenomeni, per quel che se ne è narrato, a me sembra che presentino tre particolari titoli, per i quali si discostano dalla legge ordinaria: primieramente per la moltiplicità loro: la quale considerazione fa escludere l'ipotesi che ad una semplice scarica attribuir li volesse; ond'è forza concludere che questa fosse multipla; e che simultaneamente colpisse le diverse parti della casa in proposito. Che se non volesse ammettersi questa moltiplicità di scarica, dovrà assolutamente invocarsi la derivazione; per usare il termine proprio della scienza; cioè la suddivisione della corrente principale in molte secondarie che si distribuissero nelle varie parti della casa.

L'altra circostanza particolare su cui chiamo l'attenzione dell'accademia è il fatto che nella prossimità della trajettoria alla massa metallica del letto, questo non sia stato tocco, ma sibbene il prossimo e sottoposto sacco di zolfo, preferendosi dalla corrente un corpo coibente ad un altro buon conduttore.

Il terzo ed ultimo punto che merita una particolare attenzione è riposto in quel particolare genere di guasti dei diversi infissi e della cortina, disgiunti da qualunque minima traccia di combustione: i quali effetti pongono il suggello dell'evidenza al genere particolare della forza elettrica, caratteristica principalmente per lo stato di reciproca ripulsione che esalta in tutta la materia, la quale è investita dal fluido elettrico. Nel fatto poi particolare della casa di Grotta Ferrata, senz'ammettere che ciascuno dei singoli e molti infissi di porte e fenestre abbia costituito un luogo della trajettoria del fluido, potrebbe ritenersi che questo con la sua grande intensità abbia esercitato la sua terribile azione elettrizzando potentemente un grande spazio, ovvero esercitando assai probabilmente un'azione d'induzione; ed abbia in tal modo agito su quanti oggetti trovavansi entro la sua sfera di attività. I corpi organici, come i legni, e il tessuto della cortina non buoni conduttori investiti in tutta la loro massa in tal modo dal fluido, ne hanno subìto la sua penetrazione in tutte le loro fibre; nelle quali per la reciproca ripulsione si è vinta la stessa molecolare coesione; aprendosi il legno in quei modi singolari, e risolvendosi in molte parti, come già superiormente accennammo. Il che sempre più ne conferma che in quella categoria di fenomeni la materia ponderabile abbia anch'essa la sua parte di azione unitamente a quella del fluido imponderabile.

Fin qui abbiamo avuto ragione dei principali fatti che ci fu dato osservare e raccogliere sul luogo istesso colpito dalla folgore. Non minor interesse

ne presenta un altro osservato a una non grande distanza dalla nostra casa, nell'istante medesimo che su d'essa piombava la folgore, Questo mi fu gentilmente comunicato dal ch. Prof. Cav.r Michele Stefano De-Rossi. Nella Vigna Schiboni adunque situata nell'alto della collina, che domina la contrada degli Squarciarelli, nel momento dello scoppio del fulmine, o forse anche un istante prima, nell'interno del casino che presenta l'aspetto d'una torretta, si vide dai suoi abitanti una vera striscia di fuoco a zig=zag: di modo che si credette il fulmine esser passato di lì senza lasciare traccia alcuna del suo passaggio. Questo fatto è in perfetta corrispondenza con altro simile osservato dallo stesso Sig. Prof. Cav.r Michele Stefano De Rossi. Nell'estate decorsa durante un grosso temporale, narra egli, che nel momento in che cadde una folgore quasi dirimpetto alla sua villetta in Rocca di Papa, sulla strada denominata *del Tufo*, egli vide nell'interno della sua camera balenare una striscia di fuoco lunga circa 50 centimetri con una grossezza apparente di 2, la quale sembrogli scorrere tra una vetrina e il suo telaio. Osserva inoltre il ch. professore che tanto nella vigna Schiboni, quanto nel fatto di Rocca di Papa, la luminosa striscia elettrica fu vista scomparire, dirigendosi verso il luogo ove era accaduta la scarica principale. Mi sembrerebbe assai probabile che questi fenomeni vadano ascritti all'induzione elettrostatica: la quale interpretazione può incontrare per taluno una lieve difficoltà tratta dal luogo in cui avvenne; che per essere nel basso, e nell'interno della casa sembrerebbe male prestarsi all'induzione elettrica atmosferica, come già osservarono il Volta e Beccaria e gli altri molti.

Convenendo che questo si verifichi nei casi delle ordinarie condizioni della elettricità atmosferica, non credo potersi estendere tal legge anche al caso d'un temporale; in cui un immenso condensamento dell'elettrico nel nembo esercita la sua energica attività a grandissime distanze, producendo il fenomeno del così detto contracolpo, nell'atto della scarica. Confessiamo però francamente, che per quanto la scienza abbia progredito, ne rimane molto ancora da studiare ed intendere sopra lo stato, o meglio sulla misteriosa forma di movimento, che prende la materia in quella che manifesta i fenomeni elettrici.

INTORNO ALLA VITÀ ED AI LAVORI

DI MONSIGNORE D. BARNABA TORTOLINI

CENNI

DEL PROF. VINCENZO DIORIO (1)

Compio un mesto officio partecipando all'Accademia Pontificia de'Nuovi Lincei la perdita da lei fatta di quel chiarissimo membro titolare della medesima che fu il Prof. Monsignore D. Barnaba Tortolini, matematico insigne e sacerdote esemplare. Una lenta e penosissima malattia che ne andò consumando la esistenza lasciandolo ancora vivo a se stesso, tolse alla scienza ed a Roma un uomo che per la profonda sua dottrina richiamò a se l'attenzione di quanti vi hanno cultori delle scienze esatte in Italia e fuori, intanto che per la profonda umiltà sua vivea nascosto fra i suoi concittadini. Modesto nel tratto, riservato nelle parole, profondo nei pensieri, tutta l'esistenza sua che volle dedicata a Dio nel sacerdozio, ed alla istruzione della gioventù nelle cattedre, consumò fra il culto dell'altare e la professione della scienza. Che se le amarezze, delle quali non isfuggì la dolorosa prova, non lo avessero riscosso alle pene della materiale esistenza, ben si sarebbe potuto dire di lui che visse nel mondo mentre ne era lontano, ricorrendo colla vastissima sua mente i campi ove si vestono della idea quelle verità sublimi che non consentono il dubbio. Ma se le dure prove che subì e nascose con cristiano eroismo furono a lui cagione di sofferenze gravissime nella seconda metà della sua vita, il merito, che per la virtù del patirle con non comune rassegnazione glie ne derivò, avrà già ottenuto, lo speriamo, il corrispondente guiderdone in cielo.

Barnaba Tortolini nacque in Roma nel giorno 19 di Novembre del 1808 da Vincenzo Tortolini e Giuliana Bleggi. I primi studii letterarii e filosofici compì nella Università Gregoriana del Collegio Romano, ove, fra gli altri, ebbe a maestro il P. Andrea Caraffa della Compagnia di Gesù, matematico insigne

(1) Un articolo necrologico intorno al Prof. D. Barnaba Tortolini trovasi nel Giornale intitolato « L'OSSERVATORE ROMANO || OFFICIALE PER GLI ATTI DELLA FEDERAZIONE PIANA DELLE SOCIETA' » CATTOLICHE || Anno XIV. — Num. 194, Giovedì 27 Agosto 1874. », pag, 3ª, col. 2,ª lin. 39—121; col. 3ª, lin. 1—5. Questo articolo ivi firmato (pag. 3ª, col. 3ª, lin. 6.) « *A. G.* », è del sig. Antonio Guerrieri, cognato dell'illustre defunto.

ed autore di opere riputatissime in questa scienza (1). Passato quindi all'Archi-

(1) Il P. Andrea Caraffa nacque in Torri, castello della Sabina, nel giorno 8 di giugno del 1789 (GIORNALE || ARCADICO || DI || SCIENZE, LETTERE ED ARTI || TOMO CVIII || LUGLIO, AGOSTO E SETTEMBRE || 1846 || ROMA, ecc. 1846, pag. 65, lin. 21—22. — SOPRA LA VITA E LE OPERE || DEL || P. ANDREA CARAFFA || DELLA COMPAGNIA DI GESU' || DISCORSO DI || SALVATORE PROJA || ROMA || *TIPOGRAFIA DELLE BELLE ARTI*||1846, pag. 3, lin. 19—20), e morì in Tivoli nel giorno 7 di dicembre del 1845 (GIORNALE ARCADICO, ecc. TOMO CVIII, ecc., pag. 65, lin. 22—24. — SOPRA LA VITA E LE OPERE || DEL || P. ANDREA CARAFFA, ecc., pag. 3, lin. 20—22). Pubblicò col suo nome i lavori seguenti:

1. « ELEMENTORUM || MATHESEOS || AUCTORE || ANDREA CARAFFA || E SOCIETATE IESU || IN COL- » LEGIO ROMANO || MATHESEOS PROFESSORE PARTES TRES || ROMAE || EDEBAT JOANNES FERRETTI|| » MDCCCXXXV. » Tre vol. in 8.° (Par. I, di pag. XVII e 276. — Par. II, di pag. 225 e 7 tavole. — Par. III, di pag. 442.), della quale si ha una traduzione italiana intitolata « ELEMENTI || DI MATE- » MATICA || DI || ANDREA CARAFFA || DELLA COMPAGNIA DI GESÙ || PROFESSORE DI MATEMATICHE NEL » COLLEGIO ROMANO || TRADOTTI DALL' IDIOMA LATINO || CON ANNOTAZIONI || DA || PAOLO VOLPI- » CELLI || ROMA 1836 PARTE PRIMA, 1840 PARTE SECONDA, 1843 PARTE TERZA SEZIONE PRIMA » 3 volumi in 8.°

2, « ELEMENTORUM || PHYSICAE MATHEMATICAE || AUCTORE || ANDREA CARAFFA E SOCIETATE » JESU || IN COLLEGIO ROMANO || PHYSICAE MATHEMATICAE PROFESSORE || VOLUMINA I—II || ROMAE|| » Typis Joannis Baptistae Marini et Socii || MDCCCXL » In 8.° (Vol. 1.° di pag. VI, 336 con 4 tavole; Vol. 2.° di pag. 528 con 12 tavole).

3. « *Brevi osservazioni in riguardo alla serie Lagrangiana, dedotta dalla maniera stessa, con » cui si stabilisce comunemente la medesima serie* » (RACCOLTA || DI || LETTERE ED ALTRI SCRITTI || INTORNO || ALLA FISICA ED ALLE MATEMATICHE || COMPILATA || DAL DOTT. C. PALOMBA E COMP.[i]|| *Anno Primo* || ROMA || DALLA TIPOGRAFIA MARINI E COMPAGNO || 1845, pag. 43—45; pag. 46, lin. 1—9. Num. 3. 1 Febb. 1845).

4. « *Principio del moto relativo: forze proporzionali alle semplici velocità* » (RACCOLTA||DI || LETTERE, ecc. *Anno Primo*, ecc., pag. 249 lin. 2—23; pag. 250—251. Num. 16. 15 Agosto 1845).

5. « *Teoremi dinamici, stabiliti per mezzo del principio del moto relativo, già notissimi per » altre vie* » (RACCOLTA || DI || LETTERE, ecc. *Anno Primo*, ecc., pag. 342—343, pag. 344 lin. 1—15. Num. 21. 1. Novembre 1845).

6. « *Cenni sul movimento di un grave nel Mezzo resistente, qualunque sia del resto la fun- » zione, che assumesi, della velocità a rappresentare la resistenza di esso Mezzo* » (RACCOLTA || DI|| LETTERE, ecc. *Anno Primo*, ecc., pag. 369, lin. 3—22; pag. 370—371; pag. 372, lin, 1—15. Num. 23. 1 Decembre 1845).

7. « *Principio delle velocità virtuali* » (RACCOLTA || DI || LETTERE , ecc. *Anno Primo*, ecc., pag. 385, lin. 3—22; pag. 386—389; pag. 396, lin. 1—5. Num. 24. 15 Decembre 1845).

Diè anche in luce senza nome di autore i lavori seguenti:

1. « PAUCIS EXPENDITUR || CL. LAPLACE || OPINIO DE ILLORUM SENTENTIA || QUI || LUNAM CONDI- » TAM DICUNT, || UT NOCTU TELLUREM ILLUMINET.|| ROMÆ 1825. || EX SALVIUCCIANA TYPOGRA- » PHIA || FACTA A PRAESIDIBUS FACULTATE ». In 8.° di pag. 16.

2. « DISSERTATIO || PHYSICO-MATHEMATICA || DE || PROPAGATIONE SONI || ROMÆ 1826. || EX SAL- » VIUCCIANO TYPOGRAPHIO || FACTA A PRAESIDIBUS FACULTATE ». In 8.° di pag. 38.

3. » EXERCITATIO || PHYSICA ET MATHEMATICA || HABENDA || IN COLLEGIO ROMANO S. I. || AB D.|| » FRIDERICO CLOS || ALVMNO || COLLEGII GERMANICI-HVNGARICI. || ROMÆ 1828.||EXCVDEBAT CRISPI- » NVS PVCCINELLI || FACTA A PRAESIDIBVS FACVLTATE ». In 8.° di pag. 65 e due tavole.

4. « EXERCITATIO ASTRONOMICA || HABITA IN COLLEGIO ROMANO || SOCIETATIS IESU || SUB AU- » SPICIIS || EMINENTISS. AC REVERENDISS. PRINCIPIS || D. GABRIELIS FERRETTI || S. R. E. CARDINALIS|| » AB ACHILLE EQ. APOLLONI || ROMANI S. I. COLLEGII NOBILIUM || ALUMNO||MENSE AUG. DIE XXIX.|| » ANNO MDCCCXLII ». In 8.° di pag. 37 ed una tavola.

5. « EXERCITATIO ASTRONOMICA || HABITA IN COLLEGIO ROMANO || SOCIETATIS IESU || A CLE-

ginnasio Romano della Sapienza vi compì gli studii matematici e filosofici, conseguendovi la Laurea privilegiata detta *ad Honorem* nell'anno 1829.

Educato da piissimi genitori, il Tortolini mostrò fino dai suoi verdi anni inclinazione allo stato ecclesiastico. Quindi dopo aver fatto gli studi sacri negli anni 1831, 1832, 1833 nelle scuole del Pontificio Seminario Romano, incominciò la sua carriera scientifica professionale.

La prima cattedra che ascese il nostro compianto collega fu quella di Fisico-Matematica del Collegio Urbano di *Propaganda Fide* nell'anno 1834. Di lì a poco, ossia nell'anno 1836, fu prescelto Professore supplente alla Cattedra di Meccanica ed Idraulica nell'Archiginnasio Romano. Apertosi nel 1837 pubblico concorso per la Cattedra d'introduzione al Calcolo Sublime nella predetta Università, il Tortolini fu tra i concorrenti, ed a pluralità di suffragi riuscì eletto a quello insegnamento. Fu quindi nominato nel 1838 Professore di Calcolo differenziale ed integrale nella medesima Università; nel 1846 Professore di Fisico-matematica nel Seminario Romano, e nel giorno 13 Agosto del 1856 Direttore della tipografia della *Propaganda Fide*, carica che ritenne fino al 1° Maggio dell'anno 1865.

Con biglietto di Sua Eccellenza Rma Monsignor Edoardo Borromeo Arese Maggiordomo di Sua Santità del 20 Febbraio 1861 venne annoverato tra i Camerieri d'onore in abito paonazzo di Sua Santità

Nel giorno 14 di Agosto del 1860 prese possesso della coadiutoria a Monsignor Michele Ambrosini nel Canonicato di Santa Maria *ad Martyres*. Quindi per la morte del medesimo coadiuto divenne Canonico titolare della Basilica medesima nel giorno 10 di Marzo del 1866.

Colpito nel 1869 da paralisi fu ridotto ad uno stato di tale debolezza da impedirgli qualunque occupazione (1). Consigliato ad esperimentare se un cambiamento d'aria potesse giovargli, nel principio dell'estate del corrente anno erasi recato in Ariccia, ove aggravatosi improvvisamente il suo male, morì nelle ore antimeridiane del giorno 24 di agosto del 1874 (2).

» MENTÉ SCHRADER EX COLLEGIO GERMANICO HUNGARICO || CHAEREMONE CREMONENSI EX ALMO » COLLEGIO CAPRAN.||ALEXANDRO BETTOCCHI ET JACOBO FOGLINI || MENSE AUG. DIE XVIII || ANNO » MDCCCXLIII. In 8° di pag. 56 ed una tavola.

(1) Gli ultimi due lavori da lui pubblicati furono quelli presentati alla nostra Accademia nelle sessioni II^a del 16 Aprile 1871, e IV^a dell'11 Giugno 1871 (ATTI || DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA || DE'NUOVI LINCEI || PUBBLICATI || CONFORME ALLA DECISIONE ACCADEMICA || *del 22 dicembre* 1850 || E COMPILATI DAL SEGRETARIO || TOMO XXIV.—ANNO XXIV. || (1871) || ROMA ecc. 1871, pag. 63—82, 181—189). — Vedi più oltre, pag. 104, lin. 9—11 sotto CATALOGO DEI LAVORI, ecc. n.i 58—59.

(2) L'OSSERVATORE ROMANO ecc. Anno XVI. — Num. 194. Giovedì 26 Agosto 1874. pag. 3,^a col. 2,^a lin. 42—46.

Il merito scientifico del Tortolini è ben dimostrato da molti ed importanti lavori da lui pubblicati, e dei quali si dà più oltre (pag. 100–106) un completo catalogo (1), e dalle menzioni onorevolissime che di alcuni di tali lavori furono fatte dal Cauchy (2), dal Sig. Ab. Moigno (3), dai Sigg.[1] Liouville (4) e Catalan (5), e dal Terquem (6).

Dei molti notevoli risultamenti delle ricerche scientifiche del Tortolini, ci basterà citare

1.° L'applicazione all'integrazione delle equazioni a differenze finite anche parziali dei metodi esposti, ed applicati dal Cauchy all'integrazione delle equazioni differenziali ed a derivate parziali, negli *Exercises d'analyse et de Physique mathematique* (7).

---

(1) D. B. Boncompagni mi ha gentilmente comunicato questo Catalogo, e le notizie che si danno nel presente scritto intorno ai lavori del Tortolini e del P. Andrea Caraffa.

(2) COMPTES RENDUS || HEBDOMADAIRES || DES SÉANCES || DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, ecc. TOME TREIZIÈME || JUILLET-DÉCEMBRE 1841 || PARIS, ecc. 1841, pag. 296, lin. 1—12. N.° 5. SÉANCE DU LUNDI 2 AOUT 1841. — COMPTES RENDUS || HEBDOMADAIRES || DES SÉANCES || DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, ecc. TOME QUATORZIÈME. || JANVIER—JUIN 1842. || PARIS, ecc. 1842, pag. , lin. . SÉANCE DU LUNDI 20 JUIN 1842.

(3) LEÇONS || DE || CALCUL DIFFÉRENTIEL || ET DE || CALCUL INTÉGRAL, || RÉDIGÉES || PRINCIPALEMENT D'APRÈS LES MÉTHODES || DE M. A.-L. CAUCHY, || ET ÉTENDUES AUX TRAVAUX LES PLUS RÉCENTS DES GÉOMÈTRES, || PAR M. L' ABBÉ MOIGNO. || *Tome* 2. || Calcul intégral. — 1re *Partie.* || PARIS, ecc. 1844, pag. XXII, lin. 1—18; pag. XXXI, lin. 14—22; pag. XXXII, lin. 26—31; pag 115—134. DOUZIÈME LEÇON. — GIORNALE || ARCADICO || DI || SCIENZE, LETTERE ED ARTI || TOMO LXXVIX (*sic*) || APRILE, MAGGIO E GIUGNO || 1839, ROMA, ecc. 1839, pag. 32—71. — SOPRA || ALCUNE APPLICAZIONI || DEL METODO INVERSO || DELLE TANGENTI || *MEMORIA* || DI BARNABA TORTOLINI || ROMA || TIPOGRAFIA DELLE BELLE ARTI || 1839. (In 8.°, di 46 pagine, nella 45ª delle quali si legge: « ESTRATTO DAL » GIORNALE ARCADICO || TOMO LXXIX »).

(4) JOURNAL || DE || MATHÉMATIQUES || PURES, ET APPLIQUÉES, ecc. Publié || PAR JOSEPH LIOUVILLE || Membre de l'Académie des Sciences et du Bureau des Longitudes || TOME XX. — ANNÉE 1855. || PARIS, ecc. 1835, pag. 115, lin. 1—4; pag. 118, lin. 9—13; pag 120, lin. 11—14. AVRIL 1855.

(5) MÉMOIRES COURONNÉS || PAR || L'ACADÉMIE ROYALE || DES || SCIENCES ET BELLES-LETTRES || de Bruxelles. || TOME XIV. — DEUXIÈME PARTIE. — 1839. || BRUXELLES, || M. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE. || 1841; SUR LA || TRANSFORMATION DES VARIABLES || DANS || LES INTÉGRALES MULTIPLES, || MÉMOIRE QUI A OBTENU LA MÉDAILLE D'OR LE 6 MAI 1840, || EN RÉPONSE A LA QUESTION; || UN MÉMOIRE SUR L'ANALYSE ALGÉBRIQUE, DONT LE SUJET EST LAISSÉ || AU CHOIX DES CONCURRENTS, || PAR || EUG.-CH. CATALAN, || RÉPÉTITEUR A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE PARIS, pag. 4, lin. 19—21; pag. 35, lin. 18—22. — ATTI || DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA || DE'NUOVI LINCEI || PUBBLICATI || CONFORME ALLA DECISIONE ACCADEMIA || *del* 22 *dicembre* 1850 || E COMPILATI DAL SEGRETARIO || TOMO XX. — ANNO XX. || (1866—87) || ROMA || 1867 || TIPOGRAFIA DELLE BELLE ARTI || Piazza Poli n. 91, pag. 171, lin. 3—9. SESSIONE VII.ª DEL 22 APRILE 1867. — SUR || QUELQUES QUESTIONS || RELATIVES || AUX FONCTIONS ELLIPTIQUES || PAR || M. EUGÈNE CATALAN || Extrait des *Atti dell' Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei.* || Tome XX. — Année XX. Séance VII.e du 22 Avril 1867. || ROME || IMPRIMERIE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES || 1867. (In 4.° di 14 pagine), pag. 3, lin. 3—9.

(6) NOUVELLES ANNALES || DE || MATHÉMATIQUES || JOURNAL DES CANDIDATS || AUX ÉCOLES POLYTECHNIQUE ET NORMALE, || Redigé par MM. || TERQUEM, ecc. ET || GERONO, ecc. TOME QUATRIÈME. || PARIS, ecc. 1845, pag. 460, lin. 10—29; pag. 461, lin. 1—5. — BULLETIN || DE || BIBLIOGRAPHIE, D'HISTOIRE || ET DE || BIOGRAPHIE MATHÉMATIQUES, || PAR M. TERQUEM, ecc. TOME PREMIER. || PARIS, ecc. 1855, pag. 97, lin. 24—31; pag. 98; pag. 99, lin. 1—20.

(7) COMPTES RENDUS || HEBDOMADAIRES || DES SÉANCES || DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, ecc. TOME TREIZIÈME || JUILLET-DÉCEMBRE 1841, ecc., pag. 296, lin. 1—12. — COMPTES RENDUS || HEBDOMADAIRES || DES SÉANCES || DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, ecc. TOME QUATORZIÈME. || JANVIER—JUIN 1842, ecc., pag. 960, lin. 11—36. N.° 25.

2.° La dimostrazione data dal Tortolini nel 1839 (1), e citata dal Sig. Catalan (2), della formola seguente, dovuta al Sig. Lamé (3):

$$\int_0^b \int_b^c \int_b^\mu \frac{(\mu^2 - \nu^2)(\nu^2 - \rho^2)(\mu^2 - \rho^2)\, d\mu\, d\nu\, d\rho}{\sqrt{\mu^2 - b^2}\sqrt{\mu^2 - c^2}\sqrt{\nu^2 - b^2}\sqrt{c^2 - \nu^2}\sqrt{b^2 - \rho^2}\sqrt{c^2 - \rho^2}} = \frac{\pi}{b}\mu\sqrt{\mu^2 - b^2}\sqrt{\mu^2 - c^2}$$

3.° La dimostrazione data pel primo dal medesimo Tortolini della identità dell'area della superficie d'elasticità con quella dell'ellissoide (4).

4.° La riduzione a funzioni ellittiche di prima e terza specie della rettificazione della lemniscata *generale* e la bisezione, trisezione, ecc. di questa curva (5).

5.° Il teorema seguente chiamato dal Terquem *beau théorème* (6) « che l'area della superficie formata dalle projezioni del centro d'un ellissoide sui suoi piani tangenti equivale a quella d'un ellissoide che ha per assi principali i tre quarti proporzionali agli assi principali dell'ellissoide data, prendendoli in un ordine qualunque (7).

6.° La dimostrazione chiamata « remarquable » dal Sig. Catalan (8) in

(1) GIORNALE || ARCADICO || DI SCIENZE LETTERE ED ARTI || TOMO LXXX || LUGLIO, AGOSTO E SETTEMBRE || 1839. || ROMA || TIPOGRAFIA DELLE BELLE ARTI || 1839, pag. 23, lin. 11—16; pag. 24, lin. 1—18. — SOPRA || LE TRASFORMAZIONI E VALORI || DI ALCUNI || INTEGRALI DEFINITI || CHE SI RIFERISCONO || ALLE SUPERFICIE E SOLIDITÀ DEI VOLUMI || *MEMORIA* || DI BARNABA TORTOLINI, ecc. ROMA, ecc. 1839, pag. 14, lin. 11—16; pag. 15, lin. 1—18.

(2) MÉMOIRES COURONNÉS || PAR || L'ACADÉMIE ROYALE || DES || SCIENCES ET BELLES-LETTRES || de Bruxelles || TOME XIV. — DEUXIÈME PARTIE, ecc. SUR LA || TRANSFORMATION DES VARIABLES || DANS || LES INTÉGRALES MULITPLES, ecc., PAR EUG. CH. CATALAN, ecc., pag. 35, lin. 18—22.

(3) JOURNAL || DE || MATHÉMATIQUES || PURES ET APPLIQUÉES, || OU || RECUEIL MENSUEL || DE MÉMOIRES SUR LES DIVERSES PARTIES DES MATHÉMATIQUES; || Publié || PAR JOSEPH LIOUVILLE, ecc. TOME DEUXIÈME. || ANNÉE 1837. || PARIS, ecc, 1837, pag. 167, lin. 16—22. MAI 1837.

(4) JOURNAL || DE || MATHÉMATIQUES || PURES ET APPLIQUÉES, ecc. Publié || PAR JOSEPH LIOUVILLE, ecc. TOME XI. — ANNÉE 1846. || PARIS, ecc. 1846, pag. 157, lin. 23—28, nota [*]. MAI 1846. — Journal || für die || reine und angewandte Mathematik. || In zwanglosen Heften. || Herausgegeben || von || A. L. Crelle, ecc. Ein und dreissigster Band, ecc. Berlin, 1846. || Bei G. Reimer, pag. 28. lin. 9—12. — Nuove applicazioni del Calcolo Integrale || relative alla quadratura delle Superficie curve, || e cubatura dei solidi. || Memoria || (Dal Sign. D. Barnaba Tortolini, Professore di Matematiche trascendenti a l'Università di Roma (In 4.°, di 28 pagine), pag. 17, lin. 5—12.

(5) NOUVELLES ANNALES || DE || MATHEMATIQUES, ecc. Redigé par MM. || TERQUEM, ecc. ET || GERONO, ecc. TOME QUATRIÈME, ecc., pag. 460, lin. 23—25.

(6) NOUVELLES ANNALES || DE || MATHÉMATIQUES, ecc. Redigé par MM. || TERQUEM, ecc. ET || GERONO, ecc. TOME QUATRIÈME, pag. 460, lin. 28.

(7) NOUVELLES ANNALES || DE || MATHÉMATIQUES, ecc. TOME QUATRIÈME, ecc., pag. 460, lin. 28—29; pag. 461, lin. 1—5.

(8) ATTI || DELL' ACCADEMIA PONTIFICIA || DE' NUOVI LINCEI, ecc. TOMO XX. — ANNO XX, ecc., pag. 171, lin. 6. — SUR || QUELQUES QUESTIONS || RELATIVES || AUX FONCTIONS ELLIPTIQUES || PAR || M. EUGÈNE CATALAN. ecc., pag. 3, lin. 6. — Questa dimostrazione trovasi in una memoria del Tortolini pubblicata nel 1848 (GIORNALE || ARCADICO || DI || SCIENZE, LETTERE ED ARTI ||

una memoria pubblicata nel 1848 per mezzo delle coordinate ellittico-polari del Jacobi di un teorema del Legendre relativo alle funzioni complete a moduli complementarii.

7° L'integrazione d'alcune equazioni a derivate parziali eseguite per mezzo d'integrali definiti (1).

Il Tortolini si rese anche assai benemerito degli studi matematici, pubcando dal 1850 al 1857 una raccolta periodica intitolata « ANNALI DI SCIENZE MA- » TEMATICHE E FISICHE » (2), e dal 1853 al 1865, unitamente ai Sigg. professori Enrico Betti, Francesco Brioschi ed Angelo Genocchi, altra raccolta periodica intitolata « ANNALI DI MATEMATICHE PURA ED APPLICATA » (3). Queste raccolte, oltre a molti lavori del compianto nostro collega, contengono ancora importanti scritti dei più chiari geometri italiani e stranieri; talchè esse possono stare a fronte delle più celebri raccolte scientifiche di quel tempo.

Le più illustri società scientifiche d'Italia, ed alcune anche delle estere, tennero ad onore di ascrivere il Tortolini nei loro albi. L'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna lo nominò suo socio fino dal 14 Maggio dell'anno 1846. La R. Accademia delle Scienze di Napoli, fece altrettanto il 9 Giugno dello stesso anno. Nel giorno 3 di Luglio del 1847 fu eletto Socio ordinario dell'Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei (4). Nel giorno 20 di Ottobre

---

Vol. CXVI. || Luglio, Agosto e Settembre || 1848 || ROMA || TIPOGRAFIA DELLE BELLE ARTI || 1848, pag. 137—184, 265—296. — SULLA RIDUZIONE || DI || ALCUNI INTEGRALI DEFINITI || AI TRASCENDENTI ELLITTICI || ED APPLICAZIONE || A DIFFERENTI PROBLEMI DI GEOMETRIA || E DI MECCANICA RAZIONALE || *MEMORIA* || DI BARNABA TORTOLINI, ecc. ROMA || *TIPOGRAFIA DELLE BELLE ARTI* || 1848. (In 8°, di 80 pagine, nella 80ª delle quali (lin. 13—14) si legge: « Estratto dal Giornale Arcadico Tomo CXVI. || Agosto e Settembre 1848 ».

(1) MEMORIE || DI || MATEMATICA E DI FISICA || DELLA || SOCIETÀ ITALIANA DELLE SCIENZE || RESIDENTE IN MODENA || TOMO XXV. || PARTE SECONDA. || MODENA, ecc. MDCCCLV, pag. 310—341. — SOPRA GLI INTEGRALI DI ALCUNE EQUAZIONI || A DERIVATE PARZIALI A COEFFICIENTI COSTANTI || MEMORIA || DEL SOCIO ATTUALE || PROF. BARNABA TORTOLINI INSERITA NELLA PARTE SECONDA DEL TOMO XXV || DELLE MEMORIE || DELLA SOCIETÀ ITALIANA DELLE SCIENZE || RESIDENTE IN MODENA || MODENA, ecc. 1854. (In 4° di 34 pagine). — Il Sig. Liouville dà un analisi di questo lavoro (JOURNAL || DE || MATHÉMATIQUES, ecc. TOME XX. — ANNÉE 1855, ecc., pag. 118, lin. 9—28; pag. 119—120) in uno scritto intitolato (JOURNAL || DE || MATHÉMATIQUES, ecc. TOME XX. — ANNÉE 1855, ecc., pag. 115, lin. 1—4): « NOTE || *Sur une formule pour les différentielles à indices quelconques,* || *à l'occasion d'un* » *Mémoire de* M. TORTOLINI; || PAR M. J. LIOUVILLE ».

(2) ANNALI || DI SCIENZE || MATEMATICHE E FISICHE || COMPILATI || DA BARNABA TORTOLINI, ecc. ROMA || TIPOGRAFIA DELLE BELLE ARTI || 1850—1857. Otto volumi, in 8°.

(3) ANNALI || DI || MATEMATICA PURA ED APPLICATA || PUBBLICATI DA || BARNABA TORTOLINI, ecc. E Compilati da || E. BETTI *a Pisa* || F. BRIOSCHI *a Pavia* || A. GENOCCHI *a Torino* || B. TORTOLINI *a Roma* || (In continuazione agli Annali di Scienze Matematiche e Fisiche) || ROMA || PRESSO FRANCESCO BLEGGI LIBRAJO || (Via del Piè di Marmo N° 38.) || 1858—1865. Sette volumi, in 4.°

(4) ATTI || DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA || DE'NUOVI LINCEI || PUBBLICATI || CONFORME ALLA DECISIONE ACCADEMICA || *del 22 dicembre* 1850 || E COMPILATI DAL SEGRETARIO || TOMO IV. — ANNO IV. || (1850—51) || ROMA || 1852 || TIPOGRAFIA DELLE BELLE ARTI, ecc., pag. VI, lin. 9—10, SUP-

del medesimo anno fu scelto ad essere uno dei Quaranta della Società Italiana delle Scienze residente in Modena (1). Fu anche nominato nel Settembre del 1850 socio dell'Accademia Pontaniana di Napoli; il 16 Luglio del 1854 membro della R. Accademia delle Scienze di Torino: il 31 Febbraio del 1856 socio della R. Accademia delle Scienze di Upsal: il 15 Decembre del 1858 membro onorario della R. Società d'incoraggiamento delle arti ed industrie di Londra: il 1.° Aprile 1865 uno dei Venti Socii corrispondenti della Società Reale di Napoli; il 19 Giugno 1867 Socio della Pontificia Accademia di Belle Arti di S. Luca. Era già nel 1863 il settimo fra i Dieci membri del Collegio filosofico e matematico della Pontificia Università di Roma.

Ove si rifletta alcun poco ai lavori profondi che il Tortolini ha lasciati alla scienza, ed al merito straordinario di essi che tante onorifiche distinzioni gli procurarono da quelle corporazioni scientifiche che sono le sole competenti a dar giudizio in così difficili argomenti, non si potrà fare a meno di riconoscere che Roma e la Università della Sapienza la quale ha una gloriosa storia (2), e che sembra ignorata da qualche recente scrittore (3), ebbe pure prima delle ultime vicende, uomini che degnamente la rappresentarono fra le più severe associazioni scientifiche. Perocchè se chiarissimi sono i nomi del Morichini, del Venturoli, del Barlocci, del Cavalieri San Bertolo, del Sereni, del Chelini, e di molti altri, che in tempi recenti insegnarono in questa insigne Università, l'avervi il Tortolini per circa 25 anni esercitato nel modo il più onorevole l'uficio di professore, sempre meglio dimostra come tutt'altro che deplorabile (4) fosse fra noi lo stato della pubblica scientifica educazione.

PLIMENTO || AL NUM. 91 || DEL DIARIO DI ROMA || DEL DÌ 13 NOVEMBRE 1847, pag. 1.ª col. 3.ª lin. 57—58. — STATUTI || PER || L'ACCADEMIA || DE' || NUOVI LINCEI || ROMA || NELLA TIPOGRAFIA DELLA REV. CAM. APOST. || PRESSO SALVIUCCI || 1847, pag. 13, lin. 5—6.

(1) Questa elezione, seguita a forte maggioranza di voti (MEMORIE || DI MATEMATICA E DI FISICA || DELLA || SOCIETA' ITALIANA DELLE SCIENZE || RESIDENTE IN MODENA || TOMO XXIV. || PARTE SECONDA. || MODENA || DAI TIPI DELLA R. D. CAMERA || MDCCCL, pag. (8), lin. 30—32), fu proposta ai soci della Società Italiana con Circolare dei 9 di Agosto del 1847 (MEMORIE || DI MATEMATICA E DI FISICA, ecc. DELLA SOCIETÀ ITALIANA, ecc. TOMO XXIV. || PARTE SECONDA, ecc., pag. (8), lin. 20—30), ed annunziata con Circolare dei 10 di Novembre dello stesso anno (MEMORIE || DI MATEMATICA, ecc. DELLA SOCIETÀ ITALIANA, ecc. TOMO XXIV. || PARTE SECONDA, ecc., pag. (8), lin. 33—35).

(2) DE || GYMNASIO || ROMANO || ET DE EIUS || PROFESSORIBUS, ecc. LIBRI DUO, ecc. AUCTORE JOSEPHO CARAFA, ecc. ROMÆ, CIƆ DCC LI. (In 4.°, di pag. XX, 659). — STORIA || DELL'UNIVERSITÀ || DEGLI STUDJ DI ROMA, ecc. DELL'AVV. FILIPPO MARIA RENAZZI, ecc. ROMA MDCCCIII—MDCCCVI. (4 volumi in 4.°).

(3) L'INSTRUCTION PUBLIQUE || EN ITALIE || PAR || C. HIPPEAU, ecc. PARIS || LIBRAIRIE ACADÉMIQUE || DIDIER ET C^ie, ecc. 1875.

(4) L'INSTRUCTION PUBLIQUE || EN ITALIE || PAR || C. HIPPEAU, ecc., pag. 112, lin. 16—17.

CATALOGO DEI LAVORI
DI MONSIGNORE D. BARNABA TORTOLINI (1)

I.

LAVORI STAMPATI SEPARATAMENTE

1. Elementi di calcolo infinitesimale di Barnaba Tortolini, professore di Calcolo Sublime nell' Università Romana della Sapienza e di Fisica Matematica nel Collegio Urbano di Propaganda Fide. Tom. I. — Calcolo Differenziale. — Roma presso Francesco Bleggi, libraio in via del Piè di Marmo N. 38 1844. In 8.°, composto di 640 pagine, delle quali le 1ª—5ª, 14ª, 637ª—640ª non sono numerate, e le 6ª—13ª, 15ª—636ª sono numerate coi numeri VI—XIII, 1—622.

II.

LAVORI INSERITI IN RACCOLTE

I.

LAVORI INSERITI NEL *GIORNALE ARCADICO DI SCIENZE LETTERE, ED ARTI.*

2. Determinazione dell'integrali di alcune formole differenziali sì algebriche, che trascendenti (tomo LVI, Luglio, Agosto, Settembre 1832, pag. 81—96).
3. Teoria analitica delle superfici generate dal moto di una linea, l'equazioni della quale contengano una funzione arbitraria, supponendo di più, che tali superfici debbano essere circoscritte ad un' altra data superficie qualunque (tomo LVII, Ottobre, Novembre e Dicembre 1832, pag. 110—133).
4. Ricerche sopra alcuni punti di geometria analitica (tomo LIX. Aprile, Maggio e Giugno 1833, pag. 52—101).
5. Analisi sopra alcune questioni di Fisico-Matematica. Equazioni differenziali del movimento di un sistema di molecole sollecitate da forze di attrazione, o ripulsione vicendevole; ed ap-

---

(1) Dei lavori indicati in questo catalogo, gli 1—26, 28—37, 39—42, 44—48, 53—55, 60—64, 66—106 sono indicati in un catalogo intitolato « ELENCO || DELLE PRODUZIONI SCIENTIFICHE || DI || BARNABA TORTOLINI || PROFESSORE DI CAL- » COLO SUBLIME all'UNIVERSITA' ROMANA; || UNO DEI QUARANTA DELLA SOCIETA' ITALIANA DELLE SCIENZE ECC. ECC. », e composto di 10 pagine, in 8.° numerate (salvo la prima) coi numeri 2—10, e nell'ultima delle quali (lin. 6) si legge: « ROMA Tipografia della S. C. de Propaganda Fide 1865 ». Dei medesimi lavori gli 1—4, 6, 7, 9—26, 41, 42, 53—55, 60, 62—64, 67—69, 72—74, 76—81, 83—85, 87, 88 sono indicati nel volume intitolato: « BIOGRAPHISCH- » LITERARISCHES || HANDWÖRTERBUCH || ZUR GESCHICHTE || DER EXACTEN WISSENSCHAFTEN, ecc. GESAMMELT || VON. » J. C. POGGENDORFF, M. ZWEITER BAND || M—Z || LEIPZIG, 1863 », ecc. (col. 1119, lin. 61—62; col. 1120; col. 1121, lin. 1—46); ed i 2—7 9—23, 25—33, 41—48, 54, 60, 62—64, 67—69, 72—74, 76—81, 83—85, 88, 110 nel volume intitolato « CATALOGUE || OF || SCIENTIFIE PAPERS. || (1800—1863:) || COMPILED AND PUBLISHED || BY » THE || ROYAL SOCIETY OF LONDON. || VOL. VII. || LONDON, ecc. 1872 » (pag. 11, col. 1, lin. 28—58, col. 2; pag. 12; pag. 13, col. 1, lin. 1—24).

plicazione delle medesime all'oscillazioni di un sistema lineare di corpi tomo LXII. Gennaio e Febbraio 1834 e 1835, pag. 1—16).

6. Trattato del calcolo dei Residui. Principj di detto calcolo (tomo LXIII. Aprile, Maggio e Giugno 1834 e 1835, pag. 86—138),
7. Sul calcolo dei residui. Memoria 2.ª Integrazione dell' equazioni differenziali lineari (tomo LXVII. Aprile, Maggio e Giugno 1836, pag. 179—193).
8. Sopra un corso di matematiche Elementorum matheseos etc. . . . . auctore Andrea Caraffa e societate Jesu in collegio romano matheseos professore; e sopra la versione italiana di questi elementi fatta con moltissime annotazioni dal prof. Paolo Volpicelli (tomo LXXIII, pag. 3—6.)
9. Memoria sulla quadratura dell'ellissoide a tre assi ineguali (tomo LXXVIII. Gennaio, Febbraio e Marzo 1839, pag. 1—24).
10. Sopra alcune applicazioni del metodo inverso delle tangenti. Memoria (tomo LXXIX. Aprile, Maggio e Giugno 1839, pag. 32—71). (1)
11. Sopra le trasformazioni e i valori di alcuni integrali definiti, che si riferiscono alle superficie e solidità dei volumi. Memoria (tomo LXXX. Luglio, Agosto e Settembre 1839, pag. 13—30).
12. Nota sulla Memoria del metodo inverso delle tangenti che trovasi inserita nel tom. 79 di questo giornale (Ivi, pag. 124.)
13. Sopra le trasformazioni e i valori di alcuni integrali definiti, che si riferiscono alle superficie e solidità de'volumi. Seconda memoria (tomo LXXXII. Gennaio, Febbraio e Marzo 1840, pag. 97—140). (2)
14. Sui limiti di alcune espressioni immaginarie. Memoria (tomo LXXXVII. Aprile, Maggio e Giugno 1841, pag. 145—162).
15. Memoria sull'applicazione del calcolo dei residui all' integrazione delle equazioni lineari a differenze finite (tomo XC. Gennaio, Febbraio e Marzo 1842, pag. 84—113).
16. Seconda memoria sull'applicazione del calcolo dei residui all'integrazione delle equazioni lineari a differenze finite (tomo XCI. Aprile, Maggio e Giugno 1842, pag. 3—67).
17. Memoria sull'applicazione del calcolo dei residui all'integrazioni dell'equazioni differenziali lineari (tomo XCII. Luglio, Agosto e Settembre 1842, pag. 129—152, 265—280).
18. Memoria sull'applicazione del calcolo dei residui all'integrazione dell'equazioni lineari a derivate parziali (tomo XCIII. Ottobre, Novembre e Dicembre 1847, pag. 3—41).
19. Seconda memoria sull'applicazione del calcolo dei residui all'integrazione dell'equazioni lineari a derivate parziali (tomo XCIV. Gennaio, Febbraio e Marzo 1845, pag. 58—128; tomo XCV. Aprile, Maggio e Giugno 1843, pag. 3—66).
20. Nota sul passaggio degli integrali dell'equazioni a differenze finite agli integrali dell'equazioni differenziali (tomo XCVII. Ottobre, Novembre e Dicembre 1843, pag. 45—49).
21. Rappresentazione geometrica delle funzioni ellittiche di terza specie di dato parametro circolare (tomo C, Luglio. Agosto e Settembre 1844, pag. 257—284).
22. Sopra la rettificazione di alcune curve piane. Memoria (tomo CV. Ottobre, Novembre e Dicembre 1845, pag. 193—213).
23. Sopra la rettificazione dell'ellissi sferica, e sulla divisione de'suoi archi. Memoria (tomo CIX, Ottobre, Novembre e Dicembre 1846, pag. 231—251).
24. Sopra alcune superficie curve derivate da una data superficie, e di genere concoidali (Vol. CXIII, Ottobre, Novembre e Dicembre 1847, pag. 273—297).
25. Sulla riduzione di alcuni integrali definiti ai trascendenti ellittici, ed applicazione a differenti problemi di geometria e di meccanica razionale (Vol. CXVI, Luglio, Agosto e Settembre 1848, pag. 137—184, 265—296).

---

(1) Una traduzione francese di questo scritto trovasi nel volume intitolato « Journal für die || reine und angewändte » Mathematik, ecc. von || A. L. Crelle, ecc. Sechs und Zwanzigster Band, ecc. Berlin, 1843 », ecc. (pag. 288—310).

(2) Una traduzione francese di questo scritto trovasi nel detto volume intitolato « Journal || für die || reine und an- » gewändte Mathematik, ecc. von || A. L. Crelle, ecc. Sechs und Zwanzigster Band, ecc. (pag. 277—287).

26. Sopra le superficie curve parallele all'ellissoide, e sull'espressione generale della loro quadratura. Nota letta nell'accademia pontificia de' Nuovi Lincei, nella seduta del dì 23 Dicembre 1849. (Vol. CXIX. Aprile, Maggio e Giugno 1849 e 1850, pag. 3—15).

II.

LAVORI INSERITI NELLA *RACCOLTA DI LETTERE ED ALTRI SCRITTI INTORNO ALLA FISICA E ALLE MATEMATICHE.*

27. Ricerche sulla divisione degli archi di una curva del quarto ordine. Lettera (*Anno Primo.* Roma 1845, pag. 17—23).
28. Quadratura delle superficie curve, e cubatura dei solidi. (Ivi, pag. 96—99).
29. Geometria Analitica. Sopra differenti proprietà di alcune curve piane del quarto ordine. Nota. (Ivi, pag. 278—283).
30. Sopra l'equazione di una curva del sesto ordine, che s'incontra in un problema riguardante l'elissi. Nota. (*Anno Secondo,* Roma 1846, pag. 87—93) (1).
31. Soluzione di un problema relativo all'ellissoide. (Ivi, pag. 140—144).
32. Sopra la quadratura della superficie inviluppo dei piani perpendicolari condotti all'estremità dei diametri di un'ellissoide data. (Ivi, pag. 339—346).
33. Sopra l'equazione e proprietà di una curva piana luogo geometrico dei piedi delle perpendicolari abbassate da un punto fisso sopra le tangenti di una curva data. Nota. (*Anno Terzo,* Roma 1847, pag. 305—309).
34. Quadratura della superficie curva rappresentata dall'equazione $\left(\frac{x}{a}\right)^{\frac{2}{3}}+\left(\frac{y}{a}\right)^{\frac{2}{3}}+\left(\frac{z}{a}\right)^{\frac{2}{3}}=1$ fra le sue coordinate ortogonali. Nota. (*Anno Quarto,* Roma 1848, pag. 69—78).
35. Sull'Equazione della Curva piana, luogo geometrico di un punto tale, dal quale condotte due tangenti ad un ellissi data, l'angolo delle medesime sia costante. Nota. (Ivi, pag. 265—270) (2).
36. Sull'equazione della curva piana, luogo geometrico di un punto, dal quale se si conducano due tangenti a due circoli dati, di egual raggio, il loro prodotto sia costante. Ricerche sulla rettificazione della medesima curva. (Ivi, pag. 124—135).
37. Sul movimento de'projetti nell'aria, supponendo che la resistenza sia composta di due termini, uno proporzionale al quadrato, e l'altro al cubo della velocità del mobile. Nota. (*Anno Quinto,* Roma 1849, pag. 1—9).
38. Sopra il luogo geometrico della projezione ortogonale del vertice di un paraboloide ellittico sui piani tangenti. (Ivi, pag. 96).
39. Quadratura di alcune curve sferiche provenienti dall'intersezione di un cono, e di una sfera concentrica. Memoria. (Ivi, pag. 150—157).
40. Applicazioni dei trascendenti ellittici alla risoluzione di alcuni problemi riguardanti le attrazioni dei corpi. (Ivi, pag. 170—190).

III.

LAVORI INSERITI NEL *JOURNAL FÜR DIE REINE UND ANGEWANDTE MATHEMATIK.*

41. Nuove applicazioni del calcolo Integrale relative alla quadratura delle superficie curve, e cubatura de'solidi. Memoria. (XXXI Band, Berlin, 1846, pag. 12—39).
42. Addizione alla Memoria intitolata: Nuove applicazioni del Calcolo Integrale relative alla quadratura delle superficie curve e cubatura de' solidi, inserita nel tom. 31 di questo giornale pag.ª 12. (XXXIV Band. Berlin, 1847, pag. 101—121).

(1) Questo scritto trovasi ristampato nel volume intitolato « Journal || für die || reine und angewandte Mathematik, » ecc. von A. L. Crelle, ecc. Drei und Dreissigster Band, ecc. Berlin 1846 », ecc. (pag. 90—94).

(2) Questo scritto trovasi ristampato nel volume intitolato *Atti dell'Accademia pontificia de' Nuovi Lincei,* ecc. *Tomo I. — Anno I.* (1847—48) *Roma,* 1851, ecc., pag. 125—129.

IV.

LAVORO INSERITO NELLE *NOUVELLES ANNALES DE MATHÉMATIQUES.*

43. Enveloppe d'une perpendiculaire menée à un diamètre de l'ellipse, par l'extrémité de ce diamètre. (Tome cinquième. Paris 1846, pag. 365—368).

V.

SCRITTI INSERITI NELLE *MEMORIE DELLA SOCIETA' ITALIANA DELLE SCIENZE RESIDENTE IN MODENA.*

44. Nota sull'espressione del volume terminato dalla superficie di quarto ordine luogo geometrico della projezione ortogonale del centro dell'iperboloide a due falde su i piani tangenti. (Tomo XXIV. Parte prima. Modena 1848, pag. 378—387).
45. Applicazioni dei trascendenti ellittici alla quadratura di alcune curve sferiche. (Tomo XXIV. Parte seconda. Modena 1850, pag. 337—378) (1).
46. Sopra gli integrali generali di alcune equazioni a derivate parziali a coefficienti costanti. (Tomo XXV, Parte seconda. Modena 1854, pag. 310—341).
47. Sulla divisione degli archi di una curva del quart' ordine, rappresentata dall'equazione $(x^2+y^2)^2 = a^2x^2 - b^2y^2$. Memoria. (Serie seconda Tomo I. Modena 1862, pag. 91—104).

VI.

LAVORO INSERITO NEI *NOVI COMMENTARII ACADEMIAE SCIENTIARUM INSTITUTI BONONIENSIS,*

48. De formatione quarundam aequationum algebraicarum quibus satisfaciant functiones algebraicae datae, Commentatio. (Tomus nonus Bononiæ 1849, pag. 283—300).

VII.

SCRITTI INSERITI NEGLI *ATTI DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA DE'NUOVI LINCEI.*

49. Estratto d'una memoria sopra le superficie parallele. (Tomo III. — Anno III. (1849—1850), Roma 1873, pag. 13) (2).
50. Nota sopra un integrale definito duplicato, che s'incontra nella quadratura della superficie di ottavo ordine, e di equazione $(x^2+y^2=z^2)^4 = 9(b^2c^2x^2+a^2c^2y^2+a^2b^2z^2)$. (Ivi, pag. 46).
51. Soluzione di due problemi di geometria analitica, proposti negli Annali di Matematica del Sig. Terquem, nei fascicoli di maggio 1850, pag. 181, e di febbraio 1850, pag. 56. Nota. (Ivi, pag. 55—60).
52. Sull' equazione di alcune curve riferite alle coordinate delle sue parabole osculatrici. Nota. (Ivi, pag. 69—70).
53. Sul valore della curvatura totale di una superficie, e sull'uso di questo valore nella determinazione di alcuni integrali definiti duplicati. (Tomo IV. — Anno IV. (1850—51). Roma, 1852, pag. 53—70).
54. Sulla determinazione della linea geodesica descritta sulla superficie di un ellissoide a tre assi

(1) Questo scritto trovasi ristampato nel volume intitolato « ANNALI || DI SCIENZE || MATEMATICHE E FISICHE || COMPILATI || DA || BARNABA TORTOLINI, ecc. *TOMO PRIMO* || ROMA, ecc. 1850 » (pag. 469—512).

(2) Vedi il n. 26 del presente Catalogo.

ineguali secondo il metodo del Cav. Jacobi, da esso dato nelle sue lezioni di Meccanica all'Università di Koenisberg. Memoria. (Ivi, pag. 287—324).

55. Sopra le differenti formole esprimenti i raggi delle due curvature di una linea tracciatà sulla superficie di una sfera. Memoria. (Ivi, pag. 555—568).
56. Soluzione di un problema relativo all'equazioni del terzo e quarto grado. (Anno XXII. — Tomo XXII. Roma 1869, pag. 166—168).
57. Sopra un nuovo sistema di variabili, introdotte dal Sig. Ossian Bonnet, nello studio delle proprietà delle superficie curve. Nota. (Ivi, pag. 172—187).
58. Sulla teorica di alcune curve pedali Memoria (Anno XXIV. — Tomo XXIV. Roma 1871, pag. 63—82).
59. Ricerche analitiche sull'intersezione di un ellissoide con un cilindro ellitico. pag. 181—189).

VIII.

SCRITTI INSERITI NEGLI *ANNALI DI SCIENZE MATEMATICHE E FISICHE*.

60. Sopra le superficie parallele, ed applicazione di questa teorica all'ellissoide. Ricerche. (Tomo primo. Roma 1850, pag. 6—22).
61. Notizie Bibliografiche del « The Cambridge and Dublin Mathematical Journal n. 22 » pubblicato dal Sig. W. Thomson. (Ivi, pag. 261—263).
62. Soluzione di due problemi di Geometria analitica. (Ivi, pag. 377—381).
63. Sulla espressione dei raggi delle due curvature di una linea geodesica tracciata sulla superficie di un'ellissoide. Memoria. (Tomo secondo. Roma 1851, pag. 345—357).
64. Sopra l' integrale definito duplicato che serve a rappresentare la quadratura di una certa superficie di ottavo ordine, e nella quale l'espressione analitica del suo volume coincide con una superficie ellissoidica. Nota. (Tomo terzo. Roma 1852, pag. 530—534).
65. Bibliografia. Atti dell'Accademia Pontificia de'Nuovi Lincei. Anno IV. Sessione VII del 27 Giugno 1851. (Ivi, pag. 145—148).
66. Bibliografia. Volume di una colonna torsa cilindrica, assegnato da *Faà di Bruno*. (Tomo quarto. Roma 1853, pag. 128).
67. Sopra gli integrali a differenze finite espressi per integrali definiti. Memoria. (Ivi, pag. 209—231).
68. Rappresentazione geometrica di una funzione ellittica di prima specie per un arco di una curva piana trascendente. Nota. (Ivi, pag. 485—486).
69. Rettificazione di alcune curve sferiche. Nota. (Tomo quinto. Roma 1854, pag. 71—78).
70. Bibliografia. Note sur la théorie des Residus quadratiques par M. A. Genocchi. Mémoire sur les fonctions connues par M. F. Chiò: a Treatise of the Higher planes curves: by the R. G. Salmon. Articoli. (Ivi, pag. 78—80).
71. Bibliografia. Elementary Theorems relating to determinants. By W. Spottiswoode: la teorica dei determinanti, e sue principali applicazioni del Sig. Prof. F. Brioschi. Articoli. (Ivi, pag. 156—160).
72. Sopra una formola fondamentale nella teorica degli integrali definiti Euleriani. Nota. (Ivi, pag. 292—301).
73. Sulle relazioni, che passano fra le radici delle equazioni di secondo, terzo e quarto grado ed alcune proprietà delle somiglianti forme omogenee a due indeterminate. Memoria. (Tomo sesto. Roma 1855, pag. 433—466).
74. Sulla quadratura della superficie parallela ad una superficie di quart'ordine conosciuta sotto il nome di superficie di elasticità. Memoria. (Tomo settimo. Roma 1856, pag. 373—397).
75. Necrologia di Agostino Luigi Cauchy. (Tomo ottavo. Roma 1857, pag. 79—80).
76. Ricerche analitiche sulle curve coniche circoscritte ad un triangolo. (Ivi, pag. 356—371).

IX.

SCRITTI INSERITI NEGLI *ANNALI DI MATEMATICA PURA ED APPLICATA*.

77. Nuove ricerche relative alla sostituzione lineare per la riduzione delle funzioni ellittiche di prima specie. (Tomo I. Roma 1858, pag. 57—75).
78. Sopra alcune curve algebriche, delle quali la lemniscata è un caso particolare. Nota. (Ivi, pag. 178—181) (1).
79. Sulla risoluzione algebrica dell'equazioni di terzo, e quarto grado. Studii. (Ivi, pag. 310—322).
80. Composizione di una funzione biquadratica, ed a quattro indeterminate, la quale moltiplicata per un'altra funzione somigliante, produca una nuova funzione egualmente somigliante. Nota. (Tomo II. Roma 1859, pag. 9—18).
81. Sulle figure inverse. Nota. (Ivi, pag. 189—195).
82. G. Lejeune Dirichlet. Articolo. (Ivi, pag. 196).
83. Ricerche analitiche sopra le attrazioni esercitate da una linea piana, verso un punto materiale collocato nel suo piano, ed in particolare sull' attrazione del quadrante di un ellisse verso il centro. (Ivi, pag. 244—252).
84. Applicazione di una formola d' integrale definito moltiplo all' integrazione di una classe di equazioni a derivate parziali, e a coefficienti costanti. (Ivi, pag. 260—261).
85. Sopra alcune linee e superficie curve derivate. Memoria. (Ivi, pag. 316—329).
86. A treatise on differential equations by George Boole, F.R.S. Articolo. (Ivi, pag. 336).
87. Ricerche geometriche sulle funzioni ellittiche. Nota. (Tomo III. Roma 1860, pag. 179—182).
88. Sulla riduzione di un integrale alle funzioni ellittiche. Nota. (Ivi, pag. 183—192).
89. Rivista bibliografica. Sulla curva logociclica Booth — (On the logocyclic. curve, and the geometrical origin of logarithms. Quarterly Journal of . . . Mathematics London November 1858 N.° 9, pag. 38, Mai 1859 N.° 10. pag. 127.) (Ivi, pag. 317—324).
90. Rivista bibliografica sopra alcune curve derivate dall' ellisse e dal circolo — curve di Cartesio. (Tomo IV. Roma 1861, pag. 52—54).
91. Rivista bibliografica. Quadratura della doppia ellissoide di rivoluzione. (Ivi, pag. 170—174).
92. Risultati di geometria elementare sulla piramide e sul tronco di piramide a basi parallele. (Ivi, pag. 175).
93. Risoluzione delle tre equazioni a tre incognite $x + y + z = A$, $\alpha xy + \beta xz + \gamma yz = B$, $xyz = C$. Nota. (Ivi, pag. 202—203).
94. Ricerche geometriche sulle funzioni ellittiche. (Ivi, pag. 204—213).
95. Sopra alcuni sviluppi algebrici nella teorica dell'equazioni. Nota. (Ivi, pag. 285—292).
96. Rivista bibliografica Superficie del paraboloide ellittico. (Ivi, pag. 293—296).
97. Sopra alcune formole nel calcolo delle differenze finite. (Tomo V. Roma 1863, pag. 181—184).
98. Sopra la curvatura di alcune linee prodotte dall' intersezione di due superficie del secondo grado. Memoria. (Ivi, pag. 305—327).
99. Rivista bibliografica. Sopra la trasformazione del Sig. Jerrard per l'equazioni di quinto grado. (Tomo VI. Roma 1864, pag. 33—42).
100. Risoluzione di problemi relativi all'ellisse ed al circolo. (Ivi, pag. 43—48).
101. Rivista bibliografica. Equazioni finite od equazioni differenziali di alcune curve derivate. (Ivi, pag. 88—92).
102. Rivista bibliografica. Di alcune proprietà delle curve algebriche rappresentate dall'equazione polare. (Ivi, pag. 150—152).

---

(1) Questo scritto trovasi ristampato nel volume intitolato « Zeitschrift || für || Mathematik und Physik, ecc. Sechster » Band. Leipzig 1861 » (pag. 209—218).

103. Sull'equazione della curva piana, luogo geometrico di un punto dal quale, condotte due tangenti a due circoli di egual raggio, il loro prodotto sia costante. Nota. (Ivi, pag. 169—178) (1).
104. Formole relative ad un pentagono iscritto al circolo. (Ivi, pag. 191—195).
105. Sull'ellisse della più piccola superficie circoscritta ad un triangolo dato. (Ivi, pag. 196—200).
106. Sull'integrazione dell'equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti fra due variabili. Memoria. (Ivi, pag. 250—270).
107. Nota alla memoria del Sig. E. Catalan. (Tomo VII. Roma 1865, pag. 70—72).
108. Rivista bibliografica. Sugli archi di cicloide (ordinaria, allungata ed accorciata). (Ivi, pag. 211—215).
109. Rivista bibliografica. Risoluzione di un problema relativo all'equazioni di terzo grado. (Ivi, pag. 300).

X.

SCRITTO INSERITO NEI *COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.*

110. Remarques historiques sur un point de la théorie des équations. (Extrait d'une Lettre adrenéeà M. Hermite) (Tome XLVII. Juillet-Décembre 1858, pag. 598—599).

(1) Questo scritto è una nuova compilazione di quello indicato di sopra sotto il n.° 33.

INTORNO ALLA VITA ED AI LAVORI

DEL PROF. COMM. FORTUNATO RUDEL

CENNI

DEL PROF. VINCENZO DIORIO

Un terzo lutto in sei mesi toccò all'Accademia Pontificia de'nuovi Lincei. Il 15 dell'Ottobre passato cessò di vivere il ch. nostro collega Prof. Comm. Fortunato Rudel dopo circa otto mesi di miserevole malattia, e dopo essersi predetto il giorno della sua morte. Sorpreso, nel vigore dell'età e nella pienezza di una non comune energia nervosa, da paralisi progressiva delle membra; visse gli ultimi mesi della esistenza senza potersi rasciugare nè le lagrime che involontarie gli solcavano le gote, nè il sudore che sgocciolava dalla sua fronte. Trasportato come un tronco dal giaciglio al sedile e da questo a quello, diè prova ammirabile e straordinaria per il suo temperamento di pazienza e di rassegnazione cristiana. Risparmiata la mente alla spaventosa malattia, ne ebbe aggravio di patimento per la pena che venivagli dal riflettere alle miserevoli condizioni in che lascerebbe fra breve la numerosa sua famiglia; ma i conforti della religione lenendo il suo dolore, gliene ricambiavano il cruccio in titoli di espiazione e di merito per la vita futura della quale, speriamo, sia già possessore beato nel cielo.

Fortunato Rudel nacque in Trieste il 9 Maggio dell'anno 1818 da Bartolomeo Rudel e da Teresa Gatti. Venuto in Roma con i suoi genitori, intraprese nell'anno 1822 i studii letterarii e filosofici nella Università Gregoriana del Collegio Romano ove ebbe a maestri il Domowski, il Caraffa, il Pianciani. Nel 1838 intraprese la carriera medico-chirurgica nell' Archiginnasio Romano della Sapienza, e vi si distinse per il suo studio e per i suoi talenti riportandone ben 17 premii nei concorsi annuali. Il 1 Agosto del 1841 coronò il corso de'studii teorici conseguendo la Laurea privileggiata così detta *ad honorem* in medicina: alla quale venne data la conferma di uso, con la concessione della matricola di libero esercizio dell'arte salutare nel giugno del 1843.

Fra tutti i rami però che costituiscono lo scibile medico, quello che più attrasse l'animo del Rudel fino dalla gioventù sua, fù la scienza anatomica. Ancora Studente, mostrava questa sua predilezione con l'affetto onde circondavane quel chiarissimo maestro di anatomia che fù per Roma il Prof. Pietro Lupi. L'attitudine che quel distintissimo anatomico discuopriva nel suo sco-

laro per tali investigazioni che abbisognano di doti fisiche e morali specialissime onde essere continuate con frutto; fecero sì che il maestro corrispondesse alle cortesie del discepolo, avviandolo a studii più profondi e più completi di quelli che nel corso annuo delle lezioni universitarie era lecito di praticare.

Ciò fece si che, mancato ai viventi il Prof. Achille Lupi figlio del Prof. Pietro che avealo preceduto nel rimpiazzo alla cattedra, venisse il nostro collega nominato Professore di Anatomia umana nell' Archiginasio il 14 Aprile dell'anno 1852, mentre prima aveane tenuta già per parecchi anni con distinta lode la supplenza. Eretto nel 1854 il museo di anatomia umana nella Sapienza ne fù il Rudel nominato primo Direttore. Nell' anno 1861; fù poi nominato membro del Collegio medico-chirurgico della Università Romana.

Il Prof. Rudel fù ascritto a diverse Accademie. A quella Tiberina fino dal 3 Maggio 1852: all'altra dei Quiriti dal 26 Luglio dell'anno stesso: all'Accademia dell'Immacolata Concezione dal 9 Aprile 1853: all'Istituto Politecnico di Firenze dal 9 Maggio 1868. Venne eletto Socio ordinario dell'Accademia Pontificia de'Nuovi Lincei il 16 Aprile 1871 e finalmente Accademico e primo Presidente dell'Accademia Filosofico-medica di S. Tommaso d'Aquino il 6 Marzo dell'anno 1874.

Non minori furono le distinzioni con le quali fù onorato come medico esercente in premio dei suoi meriti professionali, e come servo fedele e suddito affezionato dal Sommo Pontefice, in riconoscenza de'suoi lavori e del mai smentito attaccamento alla causa della S. Chiesa.

Infatti fino dall'anno 1854 venne ascritto fra i medici addetti alla Congregazione speciale di sanità presso la S. Consulta, nel quale officio si distinse sopratutto per il suo zelo ed intelligenza nel *Cholera* del 1867; e ne ebbe in compenso una medaglia d' oro con inciso il suo nome accompagnata da speciale diploma e dal dritto di fregiarsene il petto. Fù medico sopranumero degli stabilimenti Penitenziarii, Perito fiscale Governativo, Medico sopranumero dei S. Palazzi Apostolici, Titolare dei P. e R. Stabilimenti Portoghesi in Roma, dell' Ospedale e Collegio I. e R. Austriaco di S. Girolamo degli Illirici, non che dell'Accademia di Belle Arti di Francia.

Fù decorato dell'Ordine Equestre dello Speron d'Oro, del supremo ordine Reale Austriaco di Francesco Giuseppe, dell' Ordine di S. Gregorio Magno, dell'Ordine Piano, ed ebbe la Commenda di S. Silvestro.

Del Prof. Comm. Fortunato Rudel abbiamo le seguenti pubblicazioni:

1. NELLA SOLENNE INAUGURAZIONE || DEL || NUOVO TEATRO ANATOMICO || NELL' ARCHIGINNASIO ROMANO || NELLA SOLENNE INAUGURAZIONE || DEL || NUOVO TEATRO ANATOMICO || NELL'ARCHI-

GINNASIO ROMANO || FATTO ERIGERE DALLA MUNIFICENZA DI SUA SANTITA' || PIO PAPA IX. || DISCORSO || DEL DOTTORE || FORTUNATO COMMENDATORE RUDEL. || ROMA 1870. In 8.º di pag. 24.

2. ESPOSIZIONE || DELLE || MALATTIE MEDICHE || CURATE || *nell'anno* 1843 || NELLO || SPEDALE MILITARE || DEL S. M. O. G. || FATTA || DAL DOTTORE || FORTUNATO RUDEL || ROMA || TIPOGRAFIA CAMERALE || 1844. In 8.° di pag. 267.

3. CORSO || DI || ANATOMIA DESCRITTIVA || PER || IL || DOTTORE FORTUNATO CAV. RUDEL ec. || ROMA. 1866—1868. Tre volumi in 8.° gr. (Vol. 1.° di pag. V e 748; vol. 2.° di pag. 751; vol. 3.° di pag. 585.)

4. « DESCRIZIONE DI UN MOSTRO COMPOSTO || PER IL || COMMENDATORE FORTUNATO PROF. RUDEL » (ATTI || DELL'ACCAEEMIA PONTIFICIA || DE'NUOVI LINCEI || PUBBLIQATI || CONFORME ALLA DECISIORE ACCADEMICA || *del* 22 *dicembre* 1859 || E COMPILATI DAL SEGRETARIO || TOMO XXIV. — ANHO XXIV.||ROMA || TIPOGRAFIA DELLE SCIENZE MATEMATICHE E FISICHE || Via Lata N.° 211. A || 1871, pag. 274—286. SESSIONE V.ª DEL 9 LUGLIO 1871) (1).

5. « CONSIDERAZIONI TERATOLOGICHE || INTORNO AD UN MOSTRO UNITARIO || PER IL COMMEND. FOR» TUNATO PROF. RUDEL » (ATTI || DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA || DE'NUOVI LINCEI || PUBBLICATI || CONFORME ALLA DECISIONE ACCADEMICA || *del* 22 *dicembre* 1850 || E COMPILATI DAL SEGRETARIO || TOMO XXVI. — ANNO XXVI. || (1872—73) || ROMA || TIPOGRAFIA DELLE SCIENZE MATEMATICHE E FISICHE || Via Lata N.° 211 A. || 1873, pag. 54=76. SESSIONE I.ª DEL 15 DICEMBRE 1872) (2).

Se al Prof. Rudel non fosse mancata la vita, avremmo avuto da lui altri lavori di filosofia anatomica. Era già privato dell' uso delle braccia , e pur tuttavia passava il tempo meditando sull'Anatomia Topografica del Hyrtel e svolgendone con il capo i fogli ! si compiaceva oltremodo delle profonde vedute di quel valente anatomico. Il genio ardito, l'animo imperterrito, e la parola troppo franca del compianto collega gli procurò pochi amici in vita: la sicurezza delle cognizioni anatomiche , la felicità straordinaria della sua memoria, e la facondia che aveva sortito dalla natura , gli cambiò talvolta in ammiratori i stessi suoi avversarii. Le profonde sue convinzionl religiose, l'abnegazione di tutto quanto potè perdere per non mancare alla devozione che professò sempre sincerissima al Sommo Pontefice e la rassegnazione esemplare con la quale compì cristianamente il sacrifizio della sua vita, gli procurino la pace degli eletti e la prece di quei che lo conobbero ed ammirarono, e quella ancora di tutti gli altri che lo temettero, che *gl' odii non vanno oltre la tomba*.

---

(1) *D.* questo scritto fu eseguita una tiratura a parte intitolata « DESCRIZIONE || DI UN MOS» TRO COMPOSTO || PER IL COMMENDATORE || FORTUNATO PROF. RUDEL || ESTRATTO DAGLI *ATTI DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA DE'NUOVI LINCEI*, || ANNU XXIV, SESSIONE V.ª DEL 9 LUGLIO » 1871 || ROMA || TIPOGRAFIA DELLE SCIENZE MATEMATICHE E FISICHE || Via Lata, N.° 211 A.||1871 », e composta 1.º di 16 pagine, delle quali le 1ª—2ª, 16ª non sono numerate, e le rimananti sono numerate coi numeri 2—15; 2.ª di due tavole cromolitografiche.

(2) Anche di questo scritto fu eseguita una tiratura a parte intitolata « CONSIDERAZIONI TERATOLOGICHE || INTORNO || AD UN MOSTRO UNITARIO || PER IL COMMENDATORE || FORTUNATO PROF. » RUDEL. || ESTRATTO DAGLI *ATTI DXLL' ACCADEMIA PONTIFICIA DE' NUOVI LINCEI*, || ANNU » XXVI, SESSIONE I.ª DEL 15 DICEMBRE 1872 || ROMA || TIPOGRAFIA DELLE SCIENZE MATEMATICHE » E FISICHE || Via Lata, N.° 211 A. || 1873 », e composta di 26 pagine, delle quali le 1ª—2ª, 26ª non sono numerate, e le rimanenti sono numarate coi numeri 3—25.

COMUNICAZIONI

Il Sig. Commend. Cialdi ha presentato in dono all'Accademia a nome dell'Autore M. F. Vallès, Ispettore generale onorario di Ponti e Strade le seguenti opere :

1. Des formes imaginaires en Algèbre (*Delle forme immaginarie in Algebra*). In due volumi, in 8.°

Nel primo volume il Chmo Autore ha per iscopo di far conoscere il significato matematico tanto in astratto quanto in concreto delle espressioni immaginarie, o quantità complesse, e che le operazioni che rappresentano non possono eseguirsi colla sola idea di numero, ma che associata a questa quella di direzione, esse quantità complesse possono allora essere rappresentate geometricamente per mezzo di *linee dirette*.

Nel secondo volume litografato, applicando le teoriche esposte nel primo, fa vedere la presenza delle radici di forma immaginaria nella risoluzione delle equazioni fino al quinto grado, dà la costruzione geometrica tanto allorchè esse radici sono reali, quanto nel caso che sieno immaginarie, presentandone così una visibile immagine.

L'ordine, la chiarezza e l'interesse che oggi i geometri pongono nello studio delle quantità complesse, come è bastantemente comprovato dalle opere in corso di pubblicazione dei Signori Professori Casorati, Hoüel, Marie, ecc. raccomandano di per sè l'opera del Sig. Ispettore Vallès.

2. Études sur les eaux de Marly et de Versailles (*Studii sulle acque di Marly e di Versailles*).

3. De l'alienation des forêts aux points de vue gouvernemental, financier, climatologique, et hydrologique (*Dell'alienamento dei boschi sotto il punto di vista governativo, finanziario, climatologico ed idrologico*).

4. Nouvelles études sur les inondations au point de vue de l'insalubrité des réservoirs ; de l'influence des forêts ; du reboisement envisagé comme agissant contre les inondations et les ravinements (*Nuovi studii sulle inondazioni*).

5. Études expérimentales sur les inondations (*Studii sperimentali sulle inondazioni*).

Il Presidente Chmo P. Angelo Secchi comunica all'Accademia la morte avvenuta il 1° Marzo del Chmo Astronomo e Fisico insigne Prof. Ad. Que-

telet, Direttore dell'Osservatorio di Bruxelles e Segretario Perpetuo dell'Accademia delle Scienze del Belgio, Corrispondente Straniero dell' Accademia Pontificia de'Nuovi Lincei. – Il sullodato Sig. Presidente dà parimenti comunicazione di un'altra sensibilissima perdita fatta dall'Accademia nostra di un altro insigne scienziato e nostro Corrispondente Straniero, il Chmo Prof. Élie di Beaumont, Membro dell' Istituto di Francia, e Segretario perpetuo dell'Accademia delle Scienze di Francia, mancato ai viventi il 24 Settembre. Gli Accademici presenti sommamente contristati per tante perdite dolorose invocarono la pace del Signore per le anime dei loro carissimi colleghi estinti.

SOCI PRESENTI A QUESTA SESSIONE

R. P. A. Secchi, Presidente – Prof. M. Azzarelli – Prof. F. S. Provenzali – Monsignor F. Nardi – R. P. S. Ferrari – Cav. Prof. Michele Stefano De Rossi – Conte Ab. F. Castracane degli Antelminelli – Comm. A. Cialdi – Prof. T. Armellini – D. B. Boncompagni – Prof. O. Astolfi – Prof. V. Diorio.

L'Accademia aperta legalmente alle ore 3 pom., fu chiusa alle ore 5.

OPERE VENUTE IN DONO

1. *Analectes ou Mémoires et Notes sur les diverses parties des Mathématiques. Par N. Nicolaïdès,* ecc. Seizième Livraison. Athènes, imprimerie nationale 1874. In 8.°
2. *Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti dal Novembre* 1873 *all'Ottobre* 1874 Tomo terzo, Serie quarta *Dispense Settima, Ottava* e *Nona* Venezia presso la Segreteria dell'Istituto nel Palazzo Ducale. Tip. Grimaldo e C. 1873-74. In 8°.
3. *Atti del Reale Istituto d' incoraggiamento alle Scienze Naturali Economiche e Tecnologiche di Napoli.* — 2.ª Serie — Tomo X. — Napoli pei tipi del Commend. Gaetano Nobile, ecc. 1874. In 4°.
4. *Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino pubblicati dagli Accademici Segretari delle due Classi* Vol. IX, Disp. 5ª (*Maggio-Giugno* 1874) Stamperia Reale di Torino di G. B Paravia e C. In 8.°
5. BERTIN (E.) — Faculté de droit de Caen. — *Étude sur la possession des immeubles en droit Romain* & *en droit Français Considérée à ses divers degrés dans les faits qui la constituent et dans les droits qu'elle confère. Thèse pour le Doctorat présentée et soutenue dans la grande salle de la Faculté de droit par E. Bertin,* ecc. Caen, typographie Goussiaume De Laporta Rue au Canu, 5. 1871. In 8.°

6. —— *Données théoriques et expérimentales sur les Vagues et le Roulis par L. E. Bertin,* ecc. (Extrait des *Mémoires de la Société Nationale des Sciences naturelles de Cherbourg*, tomes XVII et XVIII, 1873—74. Paris à la librairie Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55. 1874. In 8.°
7. —— Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences de l'Institut National de France. Tome XXII. — N.° 7. — *Étude sur la ventilation d'un transport-écurie, par L. E. Bertin,* ecc. In 4.°
8. —— Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences de l'Institut National de France. — Tome XXII. — N° 8. — *Note sur la résistance des Carènes dans le Roulis des navires et sur les qualités nautiques, par L. E. Bertin,* ecc. In 4.°
9. —— *Complément aux Notes sur la théorie et l'observation de la Houle et du Roulis.* Imprimerie Nationale. — 1874. In 8.°
10. —— *Nouvelle Note sur les vagues de hauteur et de vitesse variables; Par M. L.-E. Bertin* (9 marz 1874) Gauthier-Villars, imprimeur-libraire des Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences. Paris. Quai des Augustins, 55. In 4.°
11. —— *Principes du vol des oiseaux; Par M. E. Bertin.* (9 février 1874) Gauthier-Villars, imprimeur-libraire des Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences. Paris. — Quai des Augustins, 55. In 8.°
12. BONCOMPAGNI (B.) — *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche pubblicato da B. Boncompagni* — Tomo VI. Indice degli articoli e dei nomi. — Tomo VII. Marzo, Aprile, Maggio, Giugno e Luglio 1874. Roma, tipografia delle scienze matematiche e fisiche, Via Lata, Num. 211 A. 1874. In 4.°
13. *Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou.* — Tome XLVII. Année 1873. N. 3. — Tome XLVII. N.° 4. — Moscou Imprimerie de l'Université Impériale. (Katkoff & C.) 1874. In 8.°
14. *Bullettino del Vulcanismo Italiano Periodico geologico ed archeologico per l'osservazione e la storia dei fenomeni endogeni nel suolo d'Italia redatto dal Cav. Prof. Michele Stefano De Rossi* — Anno I. Fascicolo VI e VII. — Giugno e Luglio 1874, ecc. — Fascicolo VIII. — Agosto 1874, ecc. — Fasc. IX e X. — Settembre e Ottobre 1874, ecc. — Roma, tipografia Cuggiani, Santini e C.° Piazza della Pace N. 35. 1874. In 8.°
15. *Bullettino Meteorologico dell'Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri con corrispondenza degli Osservatorii di Alessandria, Volpeglino e Lodi e delle altre stazioni meteoriche del Piemonte* — Vol. VII. Num. 6. — 30 Giugno 1872. — Vol. IX. Num. 1 — 31 Gennaio 1874. — Num. 2. — 28 Febbraio 1874. Torino 1874 - Collegio Artigianelli - Tip. S. Giuseppe, Corso Palestro N. 14. In 4.° Con frontispizio e indice del vol. VIII 1872-1873.)
16. BURRI (Romolo). — *Viaggio Scientifico ai Porto Neroniano e Innocenziano in Anzio. Memoria di Romolo Burri, ecc.* Roma, Tipografia delle Belle Arti 1847. In 8.°
17. —— *Saggio sulla stabilità della Cupola di S. Pietro in Vaticano. Memoria di Romolo Burri* ecc. Roma dalla tipografia Salviucci 1849. In 4.°
18. —— *Esame sulla costruzione e stabilità del ponte tubulare a fondazione con l'aria compressa pel passaggio sul Tevere della Strada Ferrata da Roma a Civitavecchia per Romolo Burri,* ecc. Roma, tipografia Tiberina Piazza di Poli Num. 11. 1864. In 4.°
19. —— *Sulle forme e caratteri dell'Architettura Civile e sulle cause delle loro variazioni. Memoria di Romolo Burri,* ecc. Roma, tipografia delle Scienze Matematiche e Fisiche, Via Lata N.° 211 A 1873. In 4.°
20. —— *Le Commissioni tecniche istituite in Roma dal Governo Italiano per Romolo Burri,* ecc. Roma, tipografia Guerra e Mirri, 1874. In 8.°
21. *Casopis pro Pestování Mathematiky a Fysiky Kteryz se Zyldstním Zretelem k Studujícím rediguje Dr. F. J. Studnicka*, ecc. — Rocnik III. — Cislo V. a VI. — V Praze. Tiskem Dra. Edyarda Grégra. — Nakladem Jednoty Ceskych Mathematiku. 1874. In 8.°
22. CIALDI (Alessandro). — *Nozioni preliminari per un Trattato sulla Costruzione dei Porti nel Mediterraneo di Alessandro Cialdi*, ecc. Estratto dal Giornale del *Genio Civile*, anno 1874. Roma, tip. e lit. del Giornale del Genio Civile, Piazza Margana N° 21. 1874. In 8.°

23. CREMONA (Ludvik). — *Uvod do Geometrické theorie krivek rovinnych sepsal Dr. Ludvík Cremona*, ecc. *Ceské, spisovatelem rozmnozené a opravené vydáni, jez usporádal Emil Weyr.* Sesit II. a III. Theorie krivek polarnich. — Krivky tretiho stupne. V Praze. Tiskem dra. Ed. Grégra. — Majetkem a nakladem jednoty ceskych mathematiku. 1874. In 8.°

24. DIORIO (Vincenzo). — *Il Comm.re Prof.re Benedetto Viale Prelà. Cenni biografici del Prof. Vincenzo Diorio seguiti da un Catalogo dei lavori del medesimo C.re P.re B. Viale Prelà compilato da B. Boncompagni.* (Estratto dagli *Atti dell'Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei.* Anno XXII, Sessione V.ª del 26 Aprile 1874. Roma, tipografia delle Scienze Matematiche e Fisiche, Via Lata, Num.° 211 A. 1874. In 4.°

25. FAVARO (Antonio). — *Intorno ai mezzi usati dagli antichi per attenuare le disastrose conseguenze dei terremoti per Antonio Favaro*, ecc. Venezia, tipografia Grimaldo e C. 1874. In 8.°

26. FONTANA (Fortunato). — *Elementi di Algebra e Geometria compilati dal Sacerdote Fortunato Fontana Romano*, ecc. Terza edizione — Volume I.—II. Algebra—Geometria — Roma. Stamperia della S. C. di Propaganda Fide, ecc. 1866. In 8.°

27. GILBERT (Ph.) — *La Constitution physique du Soleil par Ph. Gilbert*, ecc. Extrait de la *Revue catholique de Louvain.* 1874. — Louvain, typographie de Ch. Peeters, rue de Namur, 22. 1874. In 8.°

28. HERMITE (Ch.) — *Sur la fonction exponentielle, Par M. Ch. Hermite*, ecc. Paris, Gauthier-Villars, imprimeur-libraire, ecc. 1874. In 4.°

29. LAIS (Giuseppe). — *Studi sul barometro Aneroide. Osservazioni utili per la pratica delle operazioni geografiche, geodetiche, idrauliche, ecc. di Giuseppe Lais*, ecc. Roma, tipografia delle Belle Arti, Piazza d'Aracoeli num. 9, 12. 1871. In 8.°

30. —— *Sulla Inondazione del Tevere del Dicembre* 1870. *Nota di Giuseppe Lais.* (Estratto dal *Bullettino meteorologico dell'Osservatorio del Collegio Romano*, Num. 1. Vol. X. 31 Gennaro 1871. Roma, tipografia delle Scienze Matematiche e Fisiche, Via Lata, N.° 211 A. 1871. In 8.°

31. —— *Prolegomeni allo studio delle burrasche del clima di Roma per Giuseppe Lais*, ecc. Roma, tipografia e libreria di Roma del Cav. Alessandro Befani, Via delle Stimate 23. 1873. In 4.°

32. MARRE (Aristide). — *De l'Arithmétique dans l'Archipel Indien* (Extrait du grand ouvrage de *John Crawfurd, intitulé*: « *Histoire de l'Archipel Indien* »), *traduit et annoté par Aristide Marre*, ecc. Rome, Imprimerie des Sciences Mathématiques et Physiques, Via Lata, Num.° 211 A. 1874. In 8.°

33. —— *Extrait du Kitâb al Mobârek d'Abu'l Wafa al Djoueïni transcrit d'après le Ms.* 1912 *du* Supplément Arabe *de la Bibliothèque Nationale de Paris, et traduit pour la première fois en français par Aristide Marre*, ecc. (Extrait du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche* — Tomo VII. — Giugno 1874). Rome, imprimerie des Sciences Mathématiques et Physiques, Via Lata, Num.° 211 A. 1874. In 4.°

34. MARTIN (Th. H.) — *Procli Diadochi in primum Euclidis Elementorum librum commentarii. Ex recognitione Godofredi Friedlein. Lipsiæ in Ædibus B. G. Teubnerii. M.DCCC. LXXIII.* In-12, VIII et 507 pages. (*Bibliotheca scriptorum græcorum et romanorum Teubneriana*). (Extrait du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche* — Tomo VII. Aprile 1874). Roma 1874. — Tipografia delle Scienze Matematiche e Fisiche, Via Lata, N.° 211 A. In 4.°

35. —— *Sur l'époque et l'auteur du prétendu XV^e livre des Éléments d'Euclide Lettre de M. Th. H. Martin, Membre de l'Institut à D. B. Boncompagni.* (Extrait du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche* — Tomo VII. Giugno 1874). Rome 1874. — Imprimerie des Sciences Mathématiques et Physiques, Via Lata, N.° 211 A. In 4.°

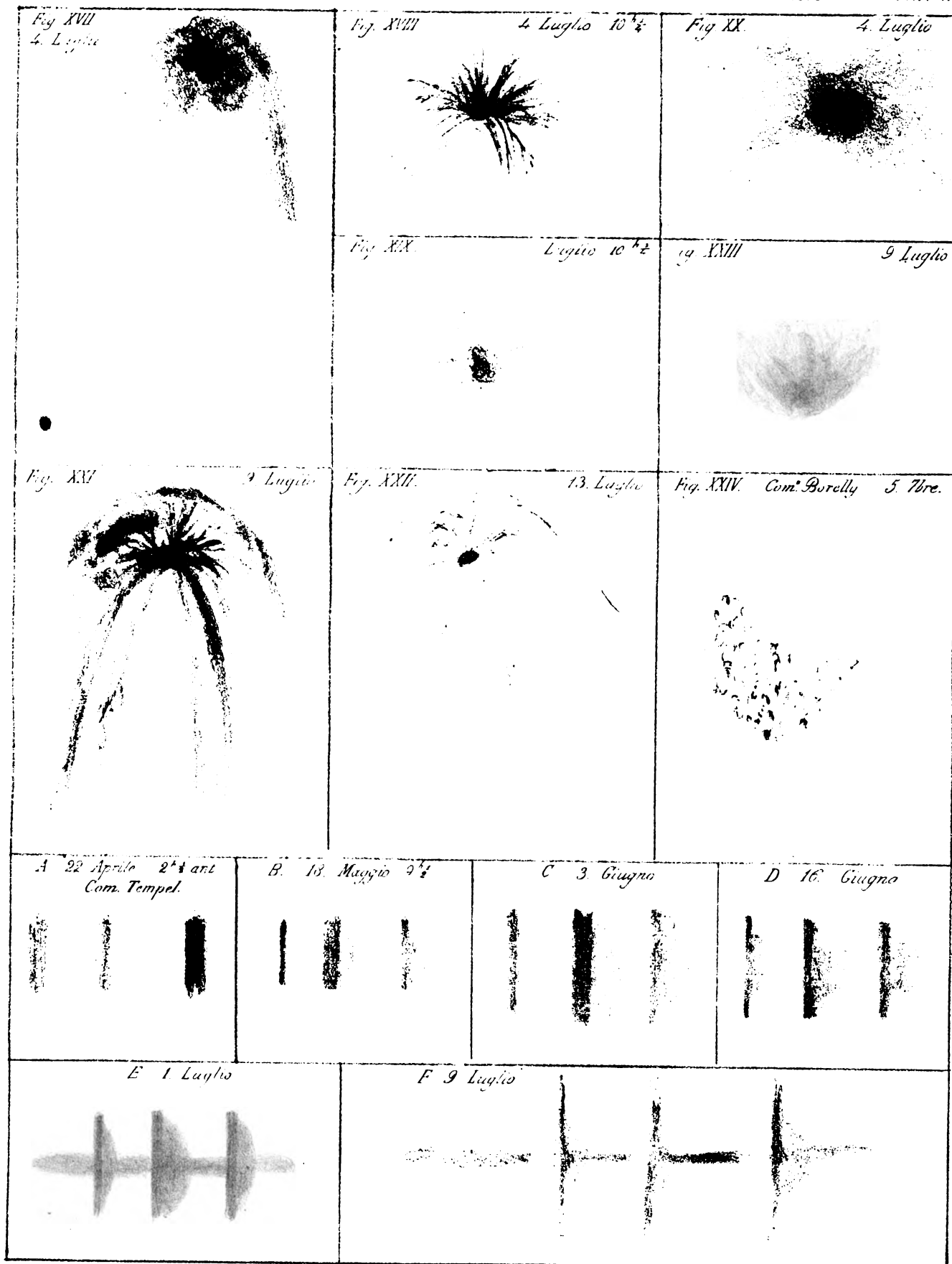
36. *Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg* — VII^e Série, Tome XIX, N.i 8—10. — Tome XX, N.i 1—5. — Tome XXI, N.i 1—5. — St.-Pétersbourg, 1874. In 4.°

37. *Memoirs of the Literary and Philosophical Society of Manchester.* Third Series. Fourth vo-

lume. London : H. Baillière, 219 Regent Street, and 290 Broadway, New York. Paris, J. Baillière, Rue Hautefeuille. 1871. In 8.°

38. *Monatsbericht der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*. April, Juni, Juli 1874. Berlin 1874. Buchdruckerei der Kgl. Akademie der Wissenschaften (G. Vogt) Universitätsstr. 8. In 8.°
39. *Proceedings of the Literary and Philosophical Society of Manchester* — Vol. VIII. Session 1868—9. — Vol. IX. Session 1869—70. — Vol. X. Session 1870—71. — Vol. XI. Session 1871—72. — Vol. XII. Session 1872—73. Manchester: Printed by Thos. Sowler and Sons, red Lion Street, St. Ann's square. London : H. Baillière, 219, Regent Street, 1869—1873. Eruque vol. in 8.°
40. *Rendiconto della R. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche*. Anno XIII. Fascicoli 3.°—5.° — Marzo, Aprile, Maggio, e Fascicoli 8.°—11.° — Agosto, Settembre, Ottobre e Novembre 1874. In 4.°
41. *Rendiconto delle Sessioni dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna. Anno Accademico* 1873—74. Bologna, tipi Gamberini e Parmeggiani 1874. In 8.°
42. ROSA (P. Paolo). — *Studii intorno ai diametri solari del P. Paolo Rosa della Compagnia di Gesù*, ecc. Roma, tipografia e libreria di Roma del Cav. Alessandro Befani, Via delle Stimate 23. 1873. In 4.°
43. *Société des Sciences Physiques et Naturelles de Bordeaux aux Facultés, rue Monbazon, N° 4 Extrait des procès-verbaux des Séances*, ecc. Bordeaux G. Gounouilhou, imprimeur de la Société, 11, Rue Guiraude, 11 1874. In 8.°
44. TOMMASI (Dr. D.) — *Reprinted from the Journal af the Chemical Soeiety, july* 1874. — *Action of Ammonia on Phenyl-Chloracetamide and Cresyl-Chloracetamide. By Dr. D. Tommasi*. Harrison and Sons, Printers in ordinary to her Majesty, St. Martin's Lane. In 8.°
45. —— *Action of Benzyl Chloride on Laurel Camphor* (*Laurus Camphora*). *By Dr. Donato Tommasi, F.C.S.* Harrison and Sons, Printers in ordinary to her Majesty, St. Martin's Lane. In 8.°
46. —— *On a new Method of preparing Toluene. By Dr. D. Tommasi, F.C.S.* Harrison and Sons, Printers in ordinary to her Majesty, St. Martin's Lane. In 8.°
47. VALLÈS (M. F.) — *Nouvelles études sur les inondations au point de vue de l'insalubrité des réservoirs; de l'influence des forêts; du reboisement envisagé comme agissant contre les inondations et les ravinements. Par M. F. Vallès, Ingenieur en chef des ponts et chaussées.* (Extrait des *Annales des ponts et chaussées*, tome XIX, 1er cahier 1860). Paris, Dalmont et Dunod, éditeurs, ecc. 1860. In 8.°
48. —— *Études sur les eaux de Marly et de Versailles. Par M. Vallès*, ecc. Paris. ecc. 1864. In 8.°
49. —— *De l'aliénation des forêts aux points de vue gouvernemental, financier, climatologique et hydrologique par M. F. Vallès*, ecc. Paris, ecc. 1865. In 8.°
50. —— *Des formes imaginaires en algèbre. Leur interpretation en abstrait et en concret, par M. F. Vallès*, ecc. Paris, ecc. 1869. In 8.°
51. —— *Études expérimentales sur les inondations. Considérations sur l'intensité respective des écoluements qui ont lieu après la pluie à la surface des terrains boisés et des terrains déboisés. Par M. F. Valles*, ecc. In 8' di 34 pagine numerate 177—210 appartenenti al tomo terzo degli *Annalcs des Ponts et Chaussées*.

COMETA COGGIA 1874. OSSERVATA AL COLLEGIO ROMANO

Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei — *Anno XXVIII. Sessione I. 20. Decembre 1874. TAV. I.*

ATTI
DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA DE'NUOVI LINCEI

SESSIONE IIa DEL 24 GENNAIO 1875

PRESIDENZA DEL P. ANGELO SECCHI

MEMORIE E COMUNICAZIONI
DEI SOCI ORDINARI E DEI CORRISPONDENTI.

SULLA PIOGGIA OSSERVATA AL COLLEGIO ROMANO DAL 1825 AL 1874

MEMORIA

DEL P. ANGELO SECCHI

L'Osservatorio del Collegio Romano è una delle Stazioni Meteorologiche più antiche in Italia, e in esso gli elementi furono raccolti sempre con singolarè accuratezza. Fino da quando i professori Calandrelli e Conti, che ne furono i fondatori, ne ebbero la direzione nel 1780, essi facevano le loro osservazioni secondo il programma dell'Accademia dell'elettor Palatino di Manheim. Nel 1° volume degli opuscoli astronomici pubblicati dai suddetti astronomi si hanno i risultati medii dall'anno 1782 al 1801, talchè non manca molto a comporre un secolo intero di osservazioni. Alla specola però noi non abbiamo tutti i registri originali di quel periodo anteriore alla consegna dell'Osservatorio alla cura de'Gesuiti, ma solo vi è di esse un tomo ricopiato che và dal 1811 al 1823.

Rientrati i Gesuiti all'antica loro sede i successivi direttori P. Domouchel e P. De Vico continuarono con puntualità il lavoro de'loro predecessori; e per mezzo secolo fecero continuamente le osservazioni delle 7 ant. 12 merid., 3 e 9 pom. introducendovi que' miglioramenti che esigeva la scienza avanzata.

Sarebbe desiderabile che un sì prezioso lavoro venisse pubblicato per esteso, ma non essendo in nostra possibilità il farlo, nè anche per la parte più recente, ho risoluto di fare uno spoglio de'fenomeni principali e più interessanti. Per ciò dopo aver negli anni scorsi dati molti riassunti delle temperature, quest'anno ho discusso la pioggia, essendo stato a questo lavoro eccitato anche dalle istanze dell'*Ufficio Idraulico della sistemazione del Tevere*, il quale probabilmente pubblicherà le osservazioni fatte in esteso.

Per ora darò quì i risultati medii in quella maniera che mi è parsa la migliore, premettendo una breve descrizione degli strumenti.

Posizione dei pluviometri. Il pluviometro antico, quello cioè che ha servito dal 1788 fino al 1856 era collocato sulla cima della torretta dell' antica specola ad altezza di 63 metri sul livello del mare, ove si conserva ancora. Esso è di forma quadrata avente un lato lungo un piede di Parigi. Nel 1856 si collocò un altro pluviometro sul nuovo osservatorio all'altezza di 56^{m}, 70, che non differisce dall'altra che di 6^{m}, 30 (*). La forma del nuovo pluviometro è circolare, ed ha un diametro di 0^{m},40, e ha imbuto con orlo verticale alto 0^{m}, 080. L'acqua caduta è ricevuta in una camera sottoposta dentro un cilindro di ottone del diametro di 0^{m}. 20 fornito di tubo di cristallo laterale con iscala mobile per leggerne l'altezza. Così l'altezza è quadruplicata realmente, ma per evitare la fatica e l'errore di riduzione, la scala è fatta in modo che l'estensione di 4 millimetri è numerata come unità. Da questa grandezza di scala risulta che i decimi di millimetro possono prendersi con molta precisione.

Giorni piovosi. Oltre la quantità diamo anche il numero de'giorni piovosi. Non tutti i meteorologisti sono d'accordo nello stabilire questi giorni : chi prende per tali quelli in cui l'acqua è misurabile , chi vi include anche i giorni di *poche gocce*. Noi abbiamo preferito quest'ultimo principio.

RISULTATI. — I risultati ottenuti sono concentrati ne'quadri numerici seguenti, a cui corrispondono altrettante curve nelle Tavole litografiche annesse. III^{a} e IV.^{a}

Periodo secolare. Vedi Quadro I. e Tav. III.^{a} fig. 1. e 2.

Questo quadro contiene il risultato diretto dei 50 anni della quantità e dei giorni piovosi, come vengono direttamente dalle somme giornaliere. Sono distinti i mesi, e vi si trovano in fine le rispettive medie.

(*) Queste altezze sono basate sulla quota assegnata dagli ingegneri militari dello stato maggiore italiano, che hanno assegnato al piano del cornicione di materiale inferiore del cielo mobile che è di 59^{m}.35. Secondo essi lo zero dell'idrometro di Ripetta è alto sul polo medio del mare 0^{m}.93.

La curva 1.ª della Tav. IIIª dà l'andamento per tutti i singoli anni del periodo, e la curva 2ª quella de' giorni piovosi.

La prima fa vedere de' massimi e minimi irregolarissimi, tanto che gli estremi della quantità annuale si estendono dal massimo di 1050^{mm}, 30 nel 1872 al minimo di 319,45 nel 1834, con rapporto di 3 $\frac{1}{8}$ dal massimo al minimo, ossia di quasi 10 a 3. Cosa che non è nuova in meteorologia e fa vedere a quali estremi sia soggetto questo elemento.

Per regolarizzare un poco questi enormi salti, si è adottato il metodo di medie successive prese di 5 in 5 anni come apparisce nel quadro n.º II, col noto metodo de' meteorologisti di prendere la media successivamente degli anni 1, 2, 3, 4, 5; poi 2, 3, 4, 5, 6; 3, 4, 5, 6, 7; ecc. Il risultato di questa operazione è graficamente espresso nelle curve delle fig. 3 e 4.

Apparisce da questo lavoro che malgrado il ragguagliato pareggiamento non si ha nessun andamento regolare.

Per rilevare se in questo andamento secolare vi era qualche relazione colle variazioni delle macchie solari, ho tracciato sotto la curva 3 la curva 5 la quale è costruita coi dati del quadro III.º Ma una occhiata alla figura fa vedere che nella nostra stazione tale sincronismo non si verifica. Così mentre al massimo di macchie dell'anno 1859–60 corrisponde un massimo di pioggia; al massimo dell'anno 1849 corrisponde un minimo. I due minimi coincidono nel 33–34: ma un minimo di macchie corrisponde al massimo di pioggia nel 43–44. Già il sig. Celoria in una discussione fatta per Milano era arrivato alla stessa conclusione, e per Padova pure si ha lo stesso risultato, come si vede costruendo in curva i numeri dati dal sig. prof. Lorenzoni in un suo lavoro sulle piogge di Padova, e da noi riprodotti nel quadro IV.

Non possiamo estenderci a confronti più numerosi in Italia, non perchè manchino i dati, ma perchè sarebbe un tema troppo vasto per il poco tempo che possiamo consacrare a questi studi in questo momento.

Medii mensili. Dal quadro I° si vedi che i vari mesi possono riassumersi così:

MESI	QUANTITÀ DI PIOGGIA	NUMERO DEI GIORNI PIOVOSI
	mm	
Gennaro	74.65	11·46
Febbraro	58.08	10·18
Marzo	61.62	11·18
Aprile	53.95	10·08
Maggio	55.55	9·64
Giugno	36.45	6·92
Luglio	16.78	3·42
Agosto	29.24	5·02
Settembre	68.41	8·40
Ottobre	100.56	11·00
Novembre	110.44	12·62
Dicembre	80.79	11·22
Anno	748.52	111.14

Curva annuale. La curva annuale media è conclusa dal medio di tutti i giorni di 49 anni dello stesso nome, cioè del 1°. gennaio, 2 gennaio ecc.

Questo risultato è esposto nel quadro V, ma avendo costruite queste cifre si è veduto una tale irregolarità che non era facile comprendere la legge. Per facilitare questa si è preso il medio della quantità, di due in due giorni e si è formato il quadro VI° e su questo si è costruita la curva 6.

In questa curva rilevansi ancora moltissime irregolarità, ma è manifesto un massimo principale in Novembre sul principio, che spesso si estende all'Ottobre, e un minimo principale dopo la metà di Luglio.

Un altro massimo secondario si trova in Gennaio poco dopo la metà, un altro in Aprile, e finalmente un terzo massimo in Giugno, epoca in cui regnano i temporali estivi.

Pel numero de' giorni piovosi si è fatto un lavoro consimile e il risultato s'accorda con quello della quantità. V. curva 7. Si vede però che le esagerazioni della quantità si estendono molto più che quelle del numero de' giorni piovosi.

Dagli sbalzi di questa curva è patente che cinquant'anni non sono sufficienti per avere una curva normale. Però si sono fatti i soliti gruppi di 5 in 5 giorni, col metodo già usato per gli anni, e il quadro così ottenuto è il VII° però per costruire la curva entro limiti anche più pratici, si è preso il medio a due a due di queste cifre come risulta uel quadro VIII°. e si è costruita la curva n.° 8. È detto nella intestazione del quadro che esso contiene le medie di 10 in 10 giorni, ma esse si devono intendere nel modo seguente. I singoli numeri del quadro VIII°. risultando già dalle pentadi suindicate, la nuova riduzione binaria risulterà dalle date:

1, 2, 3, 4, 5
2, 3, 4, 5, 6
―――――――――
3, 4, 5, 6, 7
4, 5, 6, 7, 8
―――――――――
ecc.

Questa è più regolare, ma ancora lungi da una regolarità assoluta.

I quadri IX, X, XI, XII danno gli elementi analoghi pei giorni piovosi.

Non sarebbe difficile l'applicare a questi risultati un calcolo di interpolazione qualunqne, ma i risultati illusorii che si ottengono con tali regolarizzazioni aritmetiche, ci persuadono che è meglio occupare il tempo in altre cose più utili. Una curva continua ragguagliata a mano è preferibile al la-

borioso mezzo del calcolo, che non potrebbe impiantarsi senza partire da ipotesi poco sicure sulla forma delle equazioni.

Farò in fine osservare che nel raccogliere i dati del presente lavoro si è fatto immediatamente uso de' registri originali senza tener conto de' molti lavori parziali pubblicati dianzi su questo soggetto, e di questi solo si è fatto uso come termini di verifica. Che se talora si trovava discrepanza se ne è esaminata l'origine, e si è ritenuto il valore che era giustificato da un diligente esame dei dati originali.

L'anno 1825 ha la quantità di pioggia registrata per alcuni mesi con metodo di pollici cubi, ma ridotta quella misura alle ordinarie dietro la dimensione del pluviometro, non soddisfece a nessun andamento ragionevole; perciò di esso si è fatto uso solo dopo applicata una conveniente correzione, ma si sono ritenuti per esso interamente i giorni piovosi.

Molte altre questioni restano a schiarire sulla pioggia, e che col tempo potremo studiare servendoci del meteorografo. Una è quella della direzione del vento che spira durante la pioggia. Questa dall'abituale osservazione risulta essere il Sud Est nell'inverno, e il S.O nell'estate coi temporali. Ma anche la tramontana spesso è vento piovoso, quando si dichiara specialmente dopo una forte sciroccata senza pioggia. L'aria allora trovasi sopracarica di umidità e al colpo del freddo vento del Nord essa si condensa rapidamente, e cade in pioggia. Tale stato di cose può durare un giorno intero, e al più due; si ha allora quella che dicesi *tramontana torbida o sporca*. Ma al secondo giorno se essa dura e al più al 3° si schiarisce indubitatamente. Talchè può dirsi sotto questo rapporto che se pure il Nord fa piovere, esso però non porta l'acqua, ma gli è stata preparata dal vento Sud. Così spesso piove al voltare di Ponente, perchè questo è il vento di transizione tra il Nord e il Sud nel giro normale del vento, e fa per ciò lo stesso effetto del Nord detto poc'anzi.

QUADRO I°

QUANTITA' DELLA PIOGGIA DAL 1825 AL 1874 E GIORNI PIOVOSI

Anni	Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno	
	Quantità	Giorni piovosi	Quantità	Giorni piovosi	Quantità	Giorni piovosi	Quantità	Giorni piovosi	Quantità	Giorni piovosi	Quantità	Giorni piovosi
	millim.		millim.		millim.		millim.		millim.		millim.	
1825	39·90	3	0·84	4	8·92	13	15·84	6	9·16	7	24·00	9
1826	59·63	9	36·15	5	67·12	7	56·69	7	97·55	10	51·59	8
1827	110·81	16	72·67	14	29·63	9	25·14	7	60·25	13	81·95	12
1828	41·38	6	68·45	12	66·75	9	36·55	9	37·92	9	39·56	8
1829	161·59	19	5·52	2	48·07	17	45·08	9	50·04	9	80·22	8
1830	131·66	18	43·54	10	4·51	1	0·10	1	46·45	5	8·45	3
1831	91·87	10	14·86	5	25·80	8	135·23	17	91·57	7	18·25	3
1832	88·66	13	56·80	12	91·31	10	43·96	8	33·75	6	118·17	10
1833	12·34	9	59·76	10	53·20	13	121·01	12	26·22	8	3·59	4
1834	30·20	9	35·39	4	0·00	0	5·37	5	71·01	11	2·17	3
1835	12·23	7	18·41	7	57·97	9	29·57	9	77·20	10	90·96	10
1836	10·25	2	147·85	17	47·90	9	87·59	13	97·04	14	13·66	4
1837	68·82	15	38·81	7	116·17	18	83·72	19	81·51	16	12·72	5
1838	114·38	18	126·04	21	64·95	11	80·84	14	51·42	7	20·30	2
1839	62·13	9	10·46	5	127·86	13	47·30	9	39·21	12	10·25	3
1840	17·22	7	66·00	7	51·15	8	83·47	9	59·38	12	0·20	2
1841	109·83	13	105·16	13	29·46	2	73·23	14	19·80	3	40·61	10
1842	111·91	14	17·48	5	27·84	9	66·18	15	116·09	18	13·55	8
1843	48·60	13	181·57	17	58·14	17	20·21	7	34·98	7	15·50	2
1844	30·39	13	97·91	18	33·09	9	11·12	1	92·03	19	30·67	5
1845	104·80	17	59·50	16	47·68	11	96·12	15	51·08	10	36·80	8
1846	36·63	5	8·16	5	43·25	10	35·99	8	54·56	11	1·36	3
1847	90·01	16	80·53	16	65·28	11	68·92	16	20·88	3	46·22	9
1848	54·98	15	66·23	12	104·98	17	59·16	13	60·95	16	8·13	3
1849	32·35	10	0·86	4	17·80	12	129·44	19	31·13	9	69·62	6
1850	112·72	12	31·72	12	16·46	8	60·06	16	57·62	12	139·03	14
1851	15·56	7	18·73	5	64·94	10	29·07	13	57·24	11	28·50	4
1852	97·76	17	37·25	12	38·08	13	36·75	10	33·41	8	1·42	11
1853	68·47	13	173·12	27	108·57	20	67·74	11	27·24	11	114·19	16
1854	60·72	14	23·47	6	14·73	6	26·23	8	91·56	12	16·23	8
1855	93·34	11	78·13	13	133·51	15	49·72	7	44·35	11	82·48	13
1856	118·00	17	56·70	10	45·70	11	74·00	14	114·50	14	13·30	4
1857	125·50	18	15·60	5	71·50	9	87·50	11	45·80	10	7·90	4
1858	40·50	4	99·70	13	71 10	10	27·00	8	37·50	9	55·90	6
1859	13·50	3	47·00	5	45·60	4	16·80	6	126·20	13	39·50	8
1860	168·60	12	91·30	11	54·10	7	156·00	21	82·90	6	14·10	5
1861	89·10	7	98·50	13	54·90	10	49·70	8	30·90	6	41·30	10
1862	82·50	16	76·60	8	57·00	17	32·00	10	43·60	6	28·30	15
1863	117·40	13	0·00	0	75·50	13	9·00	6	116·50	10	0·80	3
1864	41·40	6	136·50	20	98·70	14	6·90	6	83·50	13	27·40	7
1865	99·00	14	59·20	10	135·60	18	2·20	2	4·20	4	39·20	7
1866	44·70	7	19·80	8	134·60	15	73·80	10	40·30	8	22·30	7
1867	152·60	17	21·50	5	75·50	16	20·70	4	9·00	6	18·80	8
1868	127·00	13	6·30	3	36·60	10	57·50	6	63·10	7	92·50	14
1869	13·30	6	22·10	7	153·90	18	57·40	9	1·30	6	21·80	5
1870	58·20	8	97·10	16	23·70	12	62·00	10	24·50	7	67·20	9
1871	112·20	19	37·10	10	111·10	14	41·80	7	32·90	7	48·60	12
1872	92·50	15	86·60	16	115·30	17	76·10	11	59·90	10	48·40	8
1873	65·90	12	110·90	13	36·10	10	119·10	15	32·50	5	14·40	7
1874	49·40	6	40·40	13	19·90	9	110·30	13	105·60	18	0·30	3
TOTALI	3732·44	573	2904·27	509	3080·92	559	2797·20	504	2777·30	482	1822·35	346
MEDIE	74·65	11·46	58·08	10·18	61·62	11·18	55·95	10·08	55·55	9·64	36·45	6·92

SEGUITO DEL QUADRO I°

Anni	Luglio		Agosto		Settembre		Ottobre		Novembre		Dicembre		Totali annui	
	Quantità	Giorni piovosi	Quantità	Giorni piovosi	Quantità	Giorni piovosi	Quantità	Giorni piovosi	Quantità	Giorni piovosi	Quantità	Giorni piovosi	della Quantità	dei Giorni piovosi
	millim.		millim.		millim.		millim.		millim.		millim.		millim.	
1825	9·46	2	3·78	4	22·84	8	32·08	8	39·26	16	142·68	20	348·76	100
1826	21·08	4	9·59	1	73·21	11	97·78	14	346·00	21	19·01	8	935·40	105
1827	24·70	2	21·72	8	88·76	11	90·25	16	60·30	11	19·06	5	685·24	124
1828	0·00	0	0·20	2	18·84	4	96·16	9	54·40	5	13·12	6	473·33	79
1829	6·87	2	23·86	5	123·77	11	92·42	12	104·32	11	164·06	20	905·82	125
1830	10·25	2	77·45	4	69·86	11	39·99	4	61·10	7	186·98	20	680·34	86
1831	55·77	8	29·15	10	104·69	7	61·01	3	68·78	10	42·25	11	739·23	99
1832	5·75	1	30·74	5	4·10	3	8·24	4	98·12	10	36·65	4	616·25	86
1833	43·61	6	14·74	6	190·29	16	60·87	11	57·31	12	20·22	11	663·16	118
1834	33·94	4	11·11	4	19·84	3	26·20	7	72·01	9	12·21	5	319·45	64
1835	14·81	3	93·37	7	67·18	9	37·70	15	52·57	15	36·32	7	588·29	108
1836	6·74	4	27·91	2	86·07	12	70·08	8	75·94	13	64·55	9	735·58	107
1837	27·24	7	12·26	5	70·18	9	34·03	5	80·99	13	38·95	6	665·40	125
1838	20·98	5	28·54	3	40·81	9	103·85	8	74·86	12	81·51	13	808·48	123
1839	23·23	3	66·66	4	111·88	7	110·91	10	80·83	13	98·40	9	789·12	97
1840	2·68	3	0·10	1	40·67	5	40·18	11	88·69	10	67·06	15	516·80	90
1841	3·14	2	13·68	5	56·58	5	113·39	10	64·62	14	84·55	17	714·05	108
1842	9·63	1	70·63	15	113·42	19	178·58	11	76·32	17	17·71	8	819·34	140
1843	3·06	5	0·00	0	39·51	7	45·74	6	107·52	11	0·10	1	554·93	93
1844	2·33	4	2·62	3	98·32	13	65·97	13	175·13	14	175·31	17	814·89	129
1845	3·69	3	36·60	4	94·38	10	58·28	5	296·13	16	93·82	13	978·88	128
1846	0·10	1	94·80	8	164·41	13	224·66	18	84·31	12	217·19	23	965·42	117
1847	91·70	6	61·39	11	5·90	3	39·32	7	63·02	7	165·39	15	798·56	120
1848	24·73	3	0·10	1	50·66	10	113·02	15	74·63	15	20·35	6	637·92	126
1849	34·36	6	22·72	6	38·56	9	33·82	11	37·80	14	63·24	10	511·70	116
1850	11·41	6	25·45	5	65·94	8	145·04	18	87·43	13	39·08	7	741·96	131
1851	13·72	7	43·49	9	166·35	12	40·88	14	317·93	27	4·90	2	801·31	121
1852	31·29	4	69·24	7	65·14	9	89·03	15	34·73	8	20·17	7	554·27	111
1853	2·30	1	44·18	2	40·73	9	89·16	13	87·71	13	139·01	26	962·42	162
1854	12·65	3	8·59	4	37·42	6	51·23	11	315·80	12	95·29	6	753·92	96
1855	0·00	0	8·20	5	82·60	13	110·30	5	102·87	11	58·20	11	843·70	115
1856	10·20	3	12·00	4	70·00	12	56·80	7	59·70	13	173·70	17	804·60	126
1857	7·00	3	43·60	4	50·70	10	216·80	17	89·20	7	19 50	3	780·60	101
1858	9·00	5	67·60	7	52·00	10	154·30	14	156·70	14	110·80	8	882·10	108
1859	13·90	3	53·50	4	31·00	6	116·50	9	81·60	9	133·30	14	717·80	84
1860	19·20	5	1·10	2	31·80	5	26·90	7	151·40	14	173 00	15	970·40	110
1861	32·10	2	2·00	1	98·00	9	106·00	5	63·40	6	10·50	2	676·40	79
1862	0·10	1	64·60	7	135·60	14	109·10	10	223·10	16	95·50	11	948·00	131
1863	0·00	0	15·10	3	19·60	2	338·50	14	167·70	12	83·10	11	943·20	87
1864	0·30	3	0·20	2	76 80	9	147·70	16	168·60	17	142·70	18	930·70	131
1865	12·90	4	4·20	2	17·30	2	134·90	17	146·60	9	34·30	5	689·80	94
1866	0·30	2	7·50	6	35·10	8	84·40	15	38·90	13	24·00	8	525·70	107
1867	12·60	3	104·90	9	46·20	5	183·10	17	22·10	6	71·50	10	738·50	106
1868	79·80	8	33·50	6	133·50	9	121·70	13	126·40	15	37·10	8	915·00	112
1869	12·10	4	28·80	8	65·50	6	84·30	12	83·10	9	182·30	22	722·90	112
1870	37·00	6	10·60	8	14·60	4	71·80	9	122·20	21	227·10	22	816·00	132
1871	0·20	2	1·00	5	18·30	9	40·30	7	196·90	18	21·70	6	662·10	116
1872	3·20	3	30·90	4	94·40	3	238·40	16	105·20	14	102·40	15	1050·30	132
1873	0·00	0	0·40	4	79·90	8	288·10	16	98·90	15	8·60	5	854·80	110
1874	38·00	6	27·80	9	100·00	7	111 60	12	128·90	11	151·20	23	873·40	130
Totali	839·12	171	1462·17	251	3420·41	420	5028·37	550	5522·03	631	4039·64	561	37426·22	5557
Medie	16·78	3·42	29·24	5·02	68·41	8·40	100·56	11·00	110·44	12·62	80·79	11·22	748·52	111·14

748.52 Medio della quantità

111.14 Medio dei giorni piovosi

QUADRO II.

TOTALI ANNUI RAGGUAGLIATI DI CINQUE IN CINQUE DAL 1826 AL 1873.

ANNI	GIORNI PIOVOSI	QUANTITA' in mm.	ANNI	GIORNI PIOVOSI	QUANTITA' in mm.	ANNI	GIORNI PIOVOSI	QUANTITA' in mm.	ANNI	GIORNI PIOVOSI	QUANTITA' in mm.
1826 — 30	104	736	1837 — 41	110	699	1848 — 52	121	649	1859 — 63	98	851
1827 — 31	102	697	1838 — 42	113	729	1849 — 53	128	714	1860 — 64	107	893
1828 — 32	95	683	1839 — 43	107	679	1850 — 54	124	762	1861 — 65	104	838
1829 — 33	103	721	1840 — 44	114	684	1851 — 55	121	783	1862 — 66	110	807
1830 — 34	91	604	1841 — 45	119	776	1852 — 56	122	784	1863 — 67	105	766
1831 — 35	95	585	1842 — 46	121	826	1853 — 57	120	829	1864 — 68	110	759
1832 — 36	97	584	1843 — 47	117	822	1854 — 58	109	813	1865 — 69	106	718
1833 — 37	104	594	1844 — 48	124	839	1855 — 59	107	806	1866 — 70	114	743
1834 — 38	105	623	1845 — 49	121	778	1856 — 60	106	831	1867 — 71	115	771
1835 — 39	112	717	1846 — 50	122	731	1857 — 61	96	805	1868 — 72	121	833
1836 — 40	110	703	1847 — 51	123	698	1858 — 62	102	839	1869 — 73	120	821

QUADRO III.

MACCHIE SOLARI

ANNI	NUMERO DELLE MACCHIE	ANNI	NUMERO DELLE MACCHIE	ANNI	NUMERO DELLE MACCHIE	ANNI	NUMERO DELLE MACCHIE
1826	118	1838	282	1850	186	1862	168
1827	161	1839	162	1851	141	1863	165
1828	225	1840	152	1852	125	1864	97
1829	199	1841	102	1853	91	1865	86
1830	190	1842	68	1854	67	1866	81
1831	149	1843	34	1855	38	1867	32
1832	84	1844	52	1856	34	1868	92
1833	33	1845	114	1857	98	1869	198
1834	51	1846	157	1858	202	1870	305
1835	173	1847	257	1859	257	1871	304
1836	272	1848	330	1860	251	1872	292
1837	333	1849	238	1861	251	1873	200

QUADRO IV.

QUANTITA' ANNUALE DELLA PIOGGIA CADUTA IN PADOVA DAL 1826 AL 1871

ANNI	QUANTITA in mm.	ANNI	QUANTITA' in mm.	ANNI	QUANTITA' in mm.	ANNI	QUANTITA' in mm.
1826	968	1838	820	1850	947	1861	486
1827	741	1839	806	1851	1080	1862	1129
1828	647	1840	614	1852	746	1863	789
1829	799	1841	712	1053	1033	1864	765
1830	544	1842	698	1854	718	1865	620
1831	789	1843	753	1855	1059	1866	732
1832	672	1844	983	1856	1015	1867	861
1833	949	1845	1266	1857	636	1868	914
1834	501	1846	958	1858	764	1869	1084
1835	913	1847	748	1859	809	1870	698
1836	959	1848	843	1860	883	1871	713
1837	954	1849	679				

Mesi	1	2	3	4	25	26	27	28	29	30	31	Somme	Medio
Gennaio	98·32	103·86	126·32	64·	70·66	113·81	112·22	80·70	51·68	136·05	115·33	3643·14	75·90
Febbraio	79·42	98·93	103·87	125·	105·74	88·66	101·99	119·22	35·52			2863·03	59·65
Marzo	110·96	71·75	48·93	52·	123·21	74·44	84·98	129·34	141·71	59·63	82·43	3052·00	63·58
Aprile	53·30	137 83	59·42	144·	137·37	90·63	30·29	52·53	97·40	72·87		2681·06	55·85
Maggio	40·76	84·56	61·91	89·	51·84	98·77	171·42	54·43	105·68	35·33	97·22	2662·54	55·47
Giugno	29·10	118·79	88·98	96·	56·11	10·42	18·63	66·35	19·44	23·12		1798·05	37·46
Luglio	43·83	17·70	32·50	13·	2·70	68·69	20·61	67·03	27·35	7·24	40·42	791·76	16·49
Agosto	16·52	5·68	9·74	15·	66·63	57·94	38·06	73·17	60·66	159·70	37·57	1430·59	29·79
Settembre	41·27	65·54	63·30	131·	75·39	66·44	238·82	91·16	169·14	45·85		3297·57	68·70
Ottobre	133·81	129·93	65·78	134·	164·75	166·06	163·19	167·19	360·78	318·39	81·73	4884·69	101·76
Novembre	128·34	234·01	235·52	101·	384·43	60·58	161·45	134·12	65·34	83·01		5353·87	111·54
Dicembre	113·13	158·69	92·59	129·	132·75	206·92	166·79	145·98	70·20	93·16	84·27	3745·76	78·03
	888·76	1227·27	988·86	1099·	371·58	1103·36	1308·45	1181·22	1204·90	1034·35	938·97	36·204 06	754·25

io ni 30	medio dei giorni 30—31
86	
37	
67	
96	
05	66·27
28	
29	
91	98·63
49	
58	
73	
09	88·71

Mesi	dal 1 al 5	dal 2 al 6		dal 24 al 28	dal 25 al 29	dal 26 al 30	dal 27 al 31	dal 28 al 1	dal 29 al 2	dal 30 al 3	dal 31 al 4
Gennaio	100·97	108·45	10	114·03	85·81	98·89	99·19	92·63	96·28	106·72	104·63
Febbraio	110·63	127·53	12	101·19	90·22	91·27	87·89	77·27	63·96		
Marzo	75·71	80·60	8	104·41	110·73	98·02	99·61	93·28	94·98	78·52	95·46
Aprile	90·07	93·59	7	79·95	81·64	68·74	58·77	69·62	71·50	69·99	
Maggio	67·57	74·42	6	89·88	96·43	93·13	92·81	64·35	77·22	73·88	86·14
Giugno	88·93	110·79	10	43·99	34·19	27·59	34·27	34·09	27·31	26·18	
Luglio	28·59	21·00	1	32·29	37·27	38·18	32·53	31·71	19·44	15·92	17·48
Agosto	9·41	8·54	2	63·12	59·29	77·90	73·83	74·47	72·95	73·47	67·75
Settembre	94·86	109·58	11	114·31	128·19	122·08	135·75	113·98	108·90	101·95	
Ottobre	105·77	113·91	9	162·90	204·39	235·12	218·25	211·28	224·65	199·59	156·26
Novembre	156·77	156·16	15	177·62	161·18	100·90	111·41	110·86	102·55	115·48	
Dicembre	126·38	121·02	11	144·45	144·53	136·61	112·08				

FLORULA DEL COLOSSEO

COMUNICAZIONE IIª.

DELLA CONTESSA ELISABETTA FIORINI-MAZZANTI

(MONOCOTILEDONI)

Aroidee

Arum Italicum Seb. Enum. p. 29.
Crasso, e valido; spata concava dello spadice clavato assai più lunga; foglie venoso-maculate a lobi divaricati.

1º Ordine sul suolo umido delle arcate.

Arisarum vulgare Parl. Fl. It. v. 11, p. 285.
Gracile; foglie astato-ovate a lobi ottusi lo scapo appena superante; spata con apice incurvata, acuminata. Arum arisarum Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 351.

2º Ordine sul suolo delle arcate.

Gigliacee

Allium ampeloprasum Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 125.
Umbella multiflora; pedunculi ineguali; perigonio campanulato ovato; foglioline esterne concave bianco-papillato-scabre; spata decidua ampio-ovato-globosa lungamente rostrata.

2.º 3.º Ordine in primavera.

Oss. Questa specie corrisponde appuntino all'*Allium rotundum* del chiarissimo Gussone nella sua sinossi della flora sicula ; e specialmente per il carattere principale della lunga spata, mentrechè all'*Allium ampeloprasum* la dice breve. Io lascio altri caratteri di minor conto; ma d'assai valuto il notare ch'ei fa dell'essere all'intutto simile all'antecedente. Ciò parmi avvalorare di molto la sentenza dell' illustre Parlatore che nella sua bella e minuta descrizione lo dice assai variabile in tutte le sue parti: ondechè alcuni bo-

tanici Italiani l'hanno distinta in altre specie. Descrive dappoi l'*Allium rotundum*: e facendo sulla spata punti sospensivi, esprime non essere stato descritto dai botanici Italiani, e solo riporta la sinonimia di alcuni botanici stranieri. Per le quali cose fo ragione che l'*Allium rotundum* del chiarissimo Gussone altro non sia che una delle forme variabili dell'*Allium ampeloprasum*. Assai affini ad esso sono eziandio l'*Allium vineale*; l'*Allium porrum* inselvatichito; non che altri ancora, donde ne segue quell' ambiguità che a un dipresso si estende al maggior numero delle specie. O quanto sarebbe desiderabile un'accurata monografia del genere!

Allium vineale β *Bert. fl. Ital. v.* 11. p. 33.

Capolino tutto bulbillifero in secco deciduo; scapo inferiormente foglioso; spata univalve, breve, scariosa, in ultimo scissa; bulbo fosco-tunicato. Sebastiani nella sua enumerazione riporta la specie, ma non la varietà.

In primavera frequente nell'Anfiteatro.

Allium Neapolitanum Parl. Fl. It. v. 11, p. 521.

Umbella multiflora; foglioline perigoniali ellittiche, ottuse, subcrenulate; spata persistente univalve, lata, breve, acuminata. Allium album Seb. Enum.

In primavera copiosissimo in ogni dove.

Oss. Tra questo e l'*Allium trifoliatum* del chiarissimo Parlatore, secondo sua diagnosi, precipua differenza non saprei trovare che nelle foglioline del perigonio, le quali in luogo di essere ellittiche e senza carena, sono invece lanceolate, e carenate. Io ho avuto sott'occhio molti esemplari dell' *Allium Neapolitanum*; e nei più ho trovato certo i fiori candidi, ed ecarinati; ma ho pur veduto in altri comparire la carena più o meno colorata; e il bianco trapassare in sfumature rossicce; e del pari le foglioline del perigonio a forme meno ellittiche, e quasi lanceolate, ma con l'apice sempre crenulato.

Allium subhirsutum b globerrimum Parl. Fl. It. v. 11, p. 526.

Umbella multiflora; foglioline del perigonio oblungo-lanceolate integre; spata univalve persistente profondamente bifida; foglie lato-lineari. Sebastiani riporta la specie senza la varietà.

Meno frequente dell'antecedente.

Oss. L'*Allium subhirsutum* di alcuni botanici stranieri corrisponde all'*Allium trifoliatum* del Parlatore; e il chiarissimo Gussone lo nota simile ad

esso, tranne che nella distinzione dei petali e delle capsule. Però aggiunge che dalla troppo ristretta descrizione di Linneo nulla si può ricavare di certo; e stando alla figura di Clusio da lui citata sarebbe piuttosto da riferirsi all'*Allium trifoliatum*, mentrechè l'esemplare del suo erbario si riferisce all'intutto all'*Allium ciliatum* : onde in tanta ambiguità gli è avviso veder questo più alla verità conforme.

Allium paniculatum Seb. et Maur. prod. Fl. Rom. p. 126?
Umbella a pedunculi eretti; foglioline del perigonio ovali-oblunghe con mucrone; spata bivalve persistente a prolungamenti di molto superante l'Umbella.

Raro. Sul piano del davanzale del 2° Ordine.

Oss. Anche questo confuso con l'*Allium pallens*, con l'*Allium tenuiflorum*; ma per il carattere della spata ho creduto tenermi all'*Allium paniculatum*.

Leopoldia comosa Parl. Fl. It. v. 11, p. 494.
Racemo allungato; pedunculi orizzontali; fiori fertili remoti; superiori abortivi in forma di chioma a vago colore ametisto con lunghi pedunculi eretti. Hyacinthus comosus Seb. Enum. p. 49.

Sulle rovine delle gradinate.

Bellevalia Romana Parl. Fl. It. v. 11, p. 486.
Racemo conico; pedunculi fioriferi eretto-patuli, supremi brevissimi, e conferti; foglie late, acuminate. Hyacinthus romanus Seb. Enum. p. 49.

Come sopra.

Asphodelus fistulosus Seb. Enum. p. 28.
Foglie cespugliose subulato-fistolose; scapo superiormente ramoso; fiori radi; brattee scariose quasi uguali ai peduuculi.

Copiosissimo nel piano superiore.

Asparagee

Asparagus acutifolius Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 130.
Caule fruticoso, ramossissimo, inerme; rami flessuosi, subirti; foglie fascicolate, aghiformi, persistenti, mucronato-pungenti; cladodii variabili, or lunghi, e delicati, or brevi e grossetti.

Infra gl'interstizi dei ruderi nella parte superiore.

Smilax aspera Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 338.
Caule fruticoso, ramosissimo, scandente; rami angolati, flessuosi, aculeati; foglie astato–cordate, od astato–lanceolate, mucronate; costola, e margine ad aculeoli ciliato; umbella sessile, terminale, ed ascellare.

Rami che s'intrecciano, e si attorcigliano alle piante vicine, in modo anche inestricabile; onde prendon talora sembianza di vere Liane. Le foglie variano in anguste, e late.

Sulle Macerie degli ordini più elevati dell'Anfiteatro.

Orchidee

Ophrys arachnites Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 310.
Foglioline esterne ovato–ellittiche patenti; interne brevissime villose; labello quasi quadrato gibboso alla base, lineato nel centro, convesso, e sericeo nel disco; ginostemio ottuso; brattea dell'ovario più lunga.

Sul 1° piano dell'Anfiteatro. Perenne, fiorisce in aprile.

Ophrys Aranifera Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 310.
Foglioline esterne ovato–oblunghe, interne più brevi e liscie; labello obovato–rotondato–convesso, disco, villoso; linee mediane longitudinali; e glabre.

Abita, e fiorisce come sopra.

Oss. Anche in queste specie, come in altre congeneri, havvi discordanza di sinonimia per la loro grande variabilità.

DICOTILEDONI

Ranunculacee

Ranunculus philonotis Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 182.
Caule multifloro; foglie lungo–peziolate, ternato–trilobate; estreme sessili; sepali più brevi dei petali, semi suborbicolati, con periferia verrucolosa.

Negli ambulacri in primavera.

Clematis flammula Seb. Enum. p. 39.
Caule sarmentoso a pezioli scandenti; foglie inferiori pinnate; foliole ternato–ovate, sublobate; superiori semplici, od incise, lanceolate, integre. Frutice a foglie sempre verdi. Fiori candidi, fragrantissimi.

Vive sul primo e secondo ordine dell'Anfiteatro.

Delphinium halteratum Sibth. et Smith. Fl. Graec. prodr. p. 391.
Pubescente; caule eretto, foglie inferiori multipartite; superiori e rameali tripartite; racemo spiciforme, lassifloro, follicoli terni.

Delphinium peregrinum Seb. Enum. p. 41?

Copioso al second'ordine, e fiorisce in settembre.

Oss. Assai dubito che il *Delphinium peregrinum* del Sebastiani e Mauri altro non sia che il *Delphinium halteratum*; e lo Smith nel prodromo della Flora Greca ne definisce i caratteri dicendo che esso è maggiore del *Delphininm peregrinum* avente le foglie più divise, e i petali patenti e non conniventi.

Anemone hortensis Seb. Enum. p. 25.
Rizoma tuberoso; foglie coriacee; inferiori cordato-orbicolate a segmenti lati, indi anguste, variamente inciso-lobate; involucro sessile, remoto; petali numerosi oblungo-lineari.

Copiossississimo sulle rovine, e fiorisee al finir dell'inverno; ed era bello il vedere gli svariati colori de' suoi fiori.

Geraniacee

Geranium Robertianum Seb. Enum. p. 46.
Annuo, villoso-glanduloso; peduncoli biflori; sepali restati dei petali obovali più lunghi; foglie opposte lungo-peziolate palmato-ternate, o quinate; foliole trifide pinnatifido-incise; cassule ovato-oblunghe, ruguloso-crespe. Pianta per lo più rossiccia, di grave odore ircino.

Vive infra i ruderi.

Geranium Molle Seb. Enum. p. 46.
Annuo, caule diffuso, mollemente pubescente; foglie inferiori orbicolari-reniformi a 7-9 lobi; superiori subsessili, profondamente incise; peduncoli biflori; sepali ottusi breve-restati; cassule ovali, glabre, obliquamente rugose.

Copiosa tra l'erbe degli ambulacri; e fiorisce in primavera.

Geranium rotundifolium Seb. Enum. p. 46.
Annuo, caule eretto, o decombente peloso-glanduloso; foglie inferiori lun-

gamente peziolate, orbicolate, a 5–9 lobi; peduncoli biflori; sepali subacuti brevi–restati; cassule oblungo–ovali, lisce; semi reticolate, alveolate.

Affine al precedente, e vive come sopra.

Geranium dissectum Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 225.

Annuo, ed alquanto ispido; caule eretto, od ascendente biforcato; foglie opposte orbicolari palmato–partite: lacinie multifide; peduncoli biflori brevi; stipole lato–lanceolate, acuminate; cassule lisce ovali–globose; semi reticolato–alveolate.

Nell'interno degli ambulacri. Fiori purpurei.

Erodium cicutarium e praecox Guss. Fl. Sicul. V. 2. p. 206.

Annuo, subacaule; foglie sessili, patule foliole inciso–pinnatifide; stipole lato–ovate, scariose, acuminate; pedicelli e base dei sepali bianco–strigosi.

Pimpinblifolium caule Guss. Fl. Sic. p. come sopra.

Ispido, diffuso; foglie lungo–peziolate a lobi acuto–incisi.

Ambedue le varietà vivono sul podio.

Erodium Malacoides Seb. Enum. p. 42.

Caule villosetto, ramoso, erbaceo; foglie cauline cordato–ovali, crenato–incise; peduncoli pluriflori; pedicelli delicati, al doppio più lunghi dei fiori; sepali 5–9 nervi brevi restati; cassule irsute a peli patenti diretti ai lati, coda piuttosto breve superiormente glabra, incurva, inferiormente peloso–barbata torta in fitta spira. (Fiori violacei.)

Tra l'erbe del podio.

Erodium ciconium Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 223.

Annuo, pubescente, glanduloso; foglie pinnato–divise, lacinie late, pinnatifido–partite; peduncoli multiflori; sepali grandi, con grossi nervi, restati; cassule irte; coda lunghissima a solco interno ispido di peli fulvi. Pianta di un verde pallido, e fiori di color violetto.

Tra l'erbe del 1.° e 2.° ordine.

Erodium Moscatum Seb. Enumerat. p. 43.

Annuo, villoso; foglie cauline opposte, pinnate; fogliolinc subsessili, obliquamente cordate, inciso–partite; pedicelli brevi; sepali ottusi, apiculati, coda pur breve, arcuata in su, ed in spira lassa al basso; cassule piccole, irsute, peli diretti ai lati. Esala forte odore di Muschio.

Sul podio e fiorisce in primavera.

Erodium Romanum Seb. Enum. come sopra.

Perenne; rizoma legnoso; foglie pinnato-partite, lacinie opposte, od alternanti pinnatifide acute od acuminate; sepali con breve resta, appendicolata talora da una o due setole; cassule assottigliate in basso, ed irsute; coda inferiormente torta in ispira.

Negli ambulacri, più interni. Fiorisce come sopra.

Ossalidee

Oxalis corniculata Seb. Enum. p. 61.

Annuo, o perenne; cauli decombenti, pubescenti, a base radicanti; foglie ternate; foglioline obcordate; fiori solitari, gemini, od anco terni; cassule pentagone, scanalate, acute, d'assai più lunghe de' calici. Fiori gialli.

Frequente in primavera sul podio:

Linee

Linum usitatissimum Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 119.

Annuo; caule solitario, eretto; in alto ramoso; foglie sparse, patenti, sessili, lanceolato-lineari-acute; inferiormente più brevi; sepali ovali-acuminati; petali al doppio più lunghi. Fiori cerulei.

Sul podio, e sul primo ordine.

Linum strictum Seb. Enum. p. 46.

Annuo; statura mediocre; caule semplice; foglie sparse, lineari-lanceolato-acuminate, tubercolato-scabre; cima oblunga, quasi in ispiga contratta; sepali attenuato-acuminato-mucronati, ciliato-glandulosi in basso, dei petali più brevi; cassule globoso-ovate. Fiori gialli. Il caule l'ho trovato sempre solitario.

Sul podio, e sul 1º piano.

(*Continua.*)

QUADRATURA DI SUPERFICIE PIANE E CUBATURA DI VOLUMI DI ROTAZIONE, QUANDO LE LINEE DALLE QUALI DIPENDONO SONO EQUAZIONI IMPLICITE FRA LE COORDINATE CARTESIANE.

NOTA

DEL PROF. MATTIA AZZARELLI

1. La nota formola per la quadratura delle superficie piane

$$A = \int y \, d x$$

esige che, per eseguire la integrazione, l'equazione della linea sia una funzione esplicita

$$y = f(x) \,, \quad \text{od} \quad x = \varphi(y).$$

Questo è il caso che viene considerato negli ordinari trattati dei principj del Calcolo differenziale ed integrale. Noi qui ci proponiamo richiamare ed esporre secondo il linguaggio e notazione attuale un metodo che valga pel caso in cui la linea venga definita da una funzione implicita, e che l'Ermanno Giacomo nel 1738 publicava nei Commentarii dell'Imperiale Accademia Petropolitana delle Scienze, Tom. VI, pag. 189, e di aggiungervi un metodo fondato su di una sostituzione di funzioni circolari od iperboliche, che non sappiamo siasi fatto da altri.

Il metodo dell'Ermanno vale per l'equazioni implicite di forma trinomia, che poi con facilità si estende ancora a quelle di quattro termini. Per una equazione qualunque poi è stato dato un metodo fondato sull'uso delle serie da Giovanni Craige nel suo trattato delle flussioni pubblicato in Londra nel 1713.

2. Sia pertanto l'equazione della linea di forma implicita

$$f(x,y) = 0$$

e supponiamo ch'essa prenda la forma seguente

$$y^m = A\,x^a + B\,x^b y^{b'} + C\,x^c y^{c'} + D\,x^d y^{d'} + \dots \qquad (1)$$

Se questa venga differenziata ci presenterà una determinata relazione tra il

differenziale della funzione e quello della variabile principale. Ciò posto, si supponga che un area piana qualunque sia generalmente rappresentata da

$$\int y\, dx = M\, xy + N\, x^n y^{n'} + P\, x^p y^{p'} + Q\, x^q y^{q'} + \ldots \qquad (2)$$

nella quale tanto i coefficienti

$$M,\ N,\ P,\ Q,\ \ldots$$

quanto gli esponenti

$$n,\ n'\ ;\ p,\ p'\ ;\ q,\ q';\ \ldots$$

si dovranno determinare per mezzo della (1). Per giungervi la (2) verrà differenziata, e da essa si dedurrà il valore di $\frac{dy}{dx}$, questo medesimo valore lo ricaveremo ancora dalla (1), e per tal modo dal confronto di questi valori si otterrà una equazione che dovrà aver luogo per tutti i valori delle variabili. Esprimendo in questa equazione le condizioni necessarie e sufficienti tanto rispetto dei coefficienti quanto degli esponenti onde l'equazione sia verificata, se ne dedurrà la cognizione dei coefficienti ed esponenti che nella (2) erano da determinarsi.

3. Quando le curve venissero definite da equazioni trinomie, la determinazione dell'area può farsi dipendere dalla integrazione di una formola nella quale siavi una sola indeterminata.

L'equazione della curva sia

$$y^m = A\, x^a + B\, x^b\, y^{b'} \qquad (3)$$

che può mettersi sempre sotto la seguente forma

$$x^{-a} y^m = A + B\, x^{b-a}\, y^{b'},$$

e fatto

$$x^{-a} y^m = Y \quad ; \quad x^{b-a} y^{b'} = X \qquad (4)$$

avremo la relazione

$$Y = A + BX \qquad (5)$$

Dalle (4) possiamo dedurre i valori di x, y in funzione delle nuove indeterminate X, Y, e saranno

$$x = Y^{\frac{b'}{m(a-b)-ab'}}\quad X^{\frac{-m}{m(a-b)-ab'}}$$

$$y = Y^{\frac{a-b}{m(a-b)-ab'}}\quad X^{\frac{-a}{m(a-b)-ab'}}$$

e fatto per comodo

$$\alpha = \frac{b'}{m(a-b) - ab'} \;, \quad \beta = \frac{-m}{m(a-b) - ab'}$$

$$\alpha_1 = \frac{a-b}{m(a-b) - ab'} \;, \quad \beta_1 = \frac{-a}{m(a-b) - ab'}$$

sarà ancora

$$x = Y^{\alpha} X^{\beta} \quad , \quad y = Y^{\alpha_1} X^{\beta_1} \tag{6}$$

le quali coesistendo colla (5) si riducono a dipendere dalla sola indeterminata X.

Ora si differenzi la prima delle (6), e troveremo

$$dx = \alpha X^{\beta} Y^{\alpha-1} dY + \beta Y^{\alpha} X^{\beta-1} dX,$$

ma dalla (5)

$$dY = B\, dX$$

dunque

$$dx = (\alpha BX + \beta Y) X^{\beta-1} Y^{\alpha-1} dX$$

che per la stessa (5) può essere tutto espresso in funzione soltanto della X, onde

$$dx = [\beta A + B(\alpha + \beta) X] (A + BX)^{\alpha+{}_1-1} X^{\beta+{}_1-1} dX.$$

Dopo ciò avremo evidentemente

$$y\, dx = [A\beta + B(\alpha + \beta) X] (A + BX)^{\alpha+\alpha_1-1} X^{\beta+\beta_1-1} dX$$

ed in fine

$$\int y\, dx = \int [A\beta + B(\alpha + \beta) X] (A + BX)^{\alpha+\alpha_1-1} X^{\beta+\beta_1-1} dX \tag{7}$$

la quale è ridotta a dipendere da una sola variabile, onde l'area verrà assegnata in termini di numero limitato, o per una serie. Intanto noteremo che uno dei casi nei quali la integrazione si effettua in termini finiti è quello nel quale la funzione

$$\alpha + \alpha_1 = \frac{a - b + b'}{m(a-b) - ab'} \tag{8}$$

è un numero intero.

4. Applichiamo ora l'esposto metodo a qualche caso particolare, e primieramente sia il *folium* di Cartesio

$$y^3 = -x^3 + 3pxy \tag{9}$$

pel quale è

$$m = 3 \;, \quad a = 3 \;, \quad b = b' = 1$$

e per mezzo di questi valori rimane soddisfatta la (8).

Si trasformi la (9) nella seguente

$$y^3 x^{-3} = -1 + 3px^{-2} y$$

e fatto

$$Y = y^3 x^{-3}, \quad X = x^{-2} y \qquad (10)$$

ne risulta

$$Y = -1 + 3pX. \qquad (11)$$

Dalle (10) si ha

$$x = Y^{\frac{1}{3}} X^{-1}, \quad y = Y^{\frac{2}{3}} X^{-1}$$

che si sarebbero ricavati ancora dalle (6) sostituendovi i valori di α, α_1; β, β_1 calcolati in seguito dei valori particolari di m, a, b, b', e che si troverebbero essere

$$\alpha = \tfrac{1}{3}, \quad \beta = -1, \quad \alpha_1 = \tfrac{2}{3}, \quad \beta_1 = -1$$

dai quali risulta evidentemente

$$\alpha + \alpha_1 = 1$$

e così, essendo nello stesso tempo

$$A = -1, \quad B = 3p$$

la (7) si muta in

$$\int y\, dx = \int (1 - 2pX)\, X^{-3}\, dX$$

dalla quale

$$\int y\, dx = -\frac{1}{2X^2} + \frac{2p}{X}:$$

ma

$$X = \frac{y}{x^2}$$

dunque

$$\int y\, dx = -\frac{x^4}{2y^2} + \frac{2px^2}{y}$$

Ora per l'equazione della curva data abbiamo

$$\frac{x^3}{y^2} = -y + \frac{3px}{y}$$

che sostituito otteniamo per l'area cercata

$$\int y\, dx = \frac{xy}{2} + \frac{p}{2} \cdot \frac{x^2}{y}. \qquad (12)$$

5. Si prenda a considerare la curva

$$y^4 + x^4 - 3px^{\frac{2}{2}} y^{\frac{3}{2}} = 0, \qquad (13)$$

e si ponga sotto la forma

$$y^4\, x^{-4} = -1 + 3p\, x^{-\frac{3}{2}} y^{\frac{3}{2}}$$

e così avremo

$$m = 4, \quad a = 4, \quad b = b' = \tfrac{3}{2}$$

e quindi

$$\alpha = \tfrac{3}{8}, \quad \alpha_1 = \tfrac{5}{8}, \quad \beta = \beta_1 = -1$$

ed

$$A = 1; \quad B = 3p$$

Per questi valori la (7) si riduce alla seguente

$$\int y\, dx = \int (1 - \tfrac{15}{8} p\, X)\, X^{-3}\, dX$$

dalla quale si trae

$$\int y\, dx = -\tfrac{1}{2} \cdot \frac{1}{X^2} + \frac{15p}{8} \cdot \frac{1}{X}.$$

Ora

$$X = y^{\frac{3}{2}} x^{-\frac{5}{2}}$$

dunque sostituendo, avremo in funzione delle coordinate x, y

$$\int y\, dx = -\tfrac{1}{2} \cdot \frac{x^5}{y^3} + \frac{15p}{8} \cdot \frac{x^{\frac{5}{2}}}{y^{\frac{3}{2}}}$$

che può mettersi ancora sotto la seguente forma

$$\int y\, dx = -\tfrac{1}{2} \cdot x^2 \cdot \frac{x^3}{y^3} + \tfrac{15}{8} px \left(\frac{x}{y}\right)^{\frac{3}{2}} \qquad (14)$$

ma dalla (13) deduciamo

$$\frac{x^3}{y^3} = -\frac{y}{x} + 3p \cdot \frac{1}{x} \left(\frac{x}{y}\right)^{\frac{3}{2}}$$

che sostituito nella (14) per la richiesta espressione dell'area risulta

$$\int y\, dx = \tfrac{1}{2}\, xy + \tfrac{3}{8}\, p\, x \left(\frac{x}{y}\right)^{\frac{3}{2}}. \qquad (15)$$

6. Sia una curva la cui equazione abbia tali esponenti che non venga adempiuta la condizione (8), e per esempio sia

$$y^3 = ax^3 + bx^{\frac{14}{3}}\, y^{-\frac{1}{3}} \qquad (16)$$

per la quale è

$$a = m = 3\,,\quad b = \tfrac{14}{3}\,,\quad b' = -\tfrac{1}{3}$$

onde risulta

$$\alpha + \alpha_1 = \tfrac{1}{2}.$$

Ora per mezzo di questi valori particolari degli esponenti deduciamo

$$\alpha = \tfrac{1}{12}\,,\quad \alpha_1 = \tfrac{5}{12}\,,\quad \beta = \beta_1 = \tfrac{3}{4}$$

e perciò

$$x = Y^{\frac{1}{12}} X^{\frac{3}{4}}\,,\quad y = Y^{\frac{5}{12}} X^{\frac{3}{4}}$$

ed essendo qui

$$A = a,\quad B = b$$

la (7) si muta in

$$\int y\, dx = \int \left(\frac{3a}{4} + \frac{5b}{6} X\right)\left(a + bX\right)^{-\frac{1}{2}} X^{-\frac{1}{2}} dX$$

ovvero

$$\int y\, dx = \frac{3a}{4}\int \frac{dX}{\sqrt{aX + bX^2}} + \frac{5b}{6}\int \frac{X\, dX}{\sqrt{aX + bX^2}}$$

la quale può trasformarsi nella seguente

$$\int y\, dx = \frac{3a}{4\sqrt{b}}\int \frac{dX}{\sqrt{\left(X + \frac{a}{2b}\right)^2 - \frac{a^2}{4b^2}}} + \frac{5\sqrt{b}}{6}\int \frac{X\, dX}{\sqrt{\left(X + \frac{a}{2b}\right)^2 - \frac{a^2}{4b^2}}}$$

e fatto

$$X + \frac{a}{2b} = \frac{a}{2b} u\,,\quad dX = \frac{a}{2b} du$$

è, sostituendo

$$\int y\, dx = \left(\frac{3a}{4\sqrt{b}} - \frac{5\sqrt{b}}{6}\right)\int \frac{du}{\sqrt{u^2 - 1}} + \frac{5\sqrt{b}}{6}\int \frac{u\, du}{\sqrt{u^2 - 1}}$$

ma essendo

$$\int \frac{du}{\sqrt{u^2 - 1}} = \log\left(u + \sqrt{u^2 - 1}\right)$$

$$\int \frac{u\, du}{\sqrt{u^2 - 1}} = \sqrt{u^2 - 1}$$

avremo

$$\int y\, dx = \frac{5\sqrt{b}}{6}\sqrt{u^2 - 1} + \left(\frac{3a}{4\sqrt{b}} - \frac{5\sqrt{b}}{6}\right)\log\left(u + \sqrt{u^2 - 1}\right)$$

ed eliminando la u pel valore dell' area in funzione delle coordinate X, Y otterremo

$$\int y\,dx = \frac{5\sqrt{b}}{6}\sqrt{\frac{4b}{a^2}\left(aX+bX^2\right)}+\left(\frac{3a}{4\sqrt{b}}-\frac{5\sqrt{b}}{6}\right)\log\left(\frac{2bX+a+2\sqrt{b}\sqrt{aX+bX^2}}{a}\right) \quad (17)$$

Se in questa si sostituiranno i valori di X, Y dati in x, y si avrà l'area espressa in funzione delle coordinate di ciascun punto della curva proposta.

7. Per le curve rappresentate da equazioni trinomie potrebbe ancora essere impiegato il seguente metodo.

Sia generalmente

$$y^m = A\,x^n + B\,x^p\,y^q \qquad (18)$$

una equazione trinomia in coordinate cartesiane, e supponiamo primieramente che il suo secondo membro abbia tutti due i suoi termini positivi, ponendola allora sotto la forma

$$A\frac{x^n}{y^m} + B\frac{x^p}{y^{m-q}} = 1$$

apparisce chiaramente che ognuno dei termini deve essere minore dell'unità, e che perciò può prendersi

$$A\frac{x^n}{y^m} = \text{sen}^2\,\varphi, \quad B\frac{x^p}{y^{m-q}} = \cos^2\varphi$$

dalle quali si potranno dedurre sempre i valori delle coordinate x, y espressi per le funzioni circolari dipendenti da un medesimo arco, onde sia

$$x = f(\text{sen}^2\varphi, \cos^2\varphi)\ , \qquad y = f_1(\text{sen}^2\varphi, \cos^2\varphi)$$

e differenziando o l'uno o l'altro di questi valori si avrà quanto occorre per dar luogo alla integrazione delle formole

$$\int y\,dx\ , \quad \text{od} \quad xy - \int x\,dy$$

che esprimono la medesim'area.

8. Se il primo membro dell'equazione della linea sarà, o potrà essere ridotto ad una differenza, allora i due termini che lo compongono potendo avere ciascuno qualsivoglia valore, porremo

$$A\frac{x^n}{y^m} = \cos h^2.\,\theta\ , \quad B\frac{x^p}{y^{m-q}} = \text{sen}\,h^2.\,\theta\ ,$$

essendo $\cos h\,.\,\theta$, $\text{sen}\,h\,.\,\theta$ le funzioni iperboliche del settore θ. Per mezzo di queste formole avremo i valori di x, y e quindi l'area in funzione della sola variabile θ.

9. Per l'applicazione di questo metodo supponiamo che abbiasi l'equazione generale

$$x^m + y^m - a x^n y^n = 0 \qquad (19)$$

la quale può prendere la seguente forma

$$\frac{x^{m-n}}{a y^n} + \frac{y^{m-n}}{a x^n} = 1$$

avvertendo che per la omogeneità dev'essere

$$m = 2n + 1 \qquad (20)$$

Dopo ciò si faccia

$$\frac{x^{m-n}}{a y^n} = \text{sen}^2 \varphi, \quad \frac{y^{m-n}}{a x^n} = \cos^2 \varphi \qquad (21)$$

le quali divise ci danno

$$\frac{x^m}{y^m} = \text{tang}^2 \varphi, \quad \text{e quindi} \quad x = y\,(\text{tang}^2 \varphi)^{\frac{1}{m}} \qquad (22)$$

Essendo per le (21)

$$y^{m-n} = a x^n \cos^2 \varphi$$

si sostituisca in questa il valore della x dato dalla (22), tenendo conto della relazione che passa tra gli esponenti m, n troveremo

$$y = a \cos^2 \varphi\,(\text{tang}^2 \varphi)^{\frac{n}{m}} \qquad (23)$$

Ora questo valore sostituito nella prima delle (21) risulta

$$x = a \cos^{\frac{2n}{n+1}} \varphi \,\text{sen}^{\frac{2}{n+1}} \varphi\,(\text{tang}^2 \varphi)^{\frac{n^2}{(2n+1)(n+1)}} \qquad (24)$$

per le quali le coordinate x, y vengono date in funzione di φ.

Queste espressioni una delle quali dovrebbe essere differenziata, si presentano sotto forma abbastanza complessa: noteremo però che per le medesime coordinate possono aversi espressioni molto più semplici, e nello stesso tempo simmetriche, quando si segua altro metodo di eliminazione.

A questo fine si riprendano le (21) e si moltiplichino tra loro, e troveremo

$$x^{m-2n} y^{m-2n} = a^2 \text{sen}^2 \varphi \cos^2 \varphi$$

e per la (20) sarà

$$xy = a^2 \text{sen}^2 \varphi \cos^2 \varphi \qquad (25)$$

Si pongano le (20) sotto la forma

$$x^m = ax^n y^n \operatorname{sen}^2 \varphi, \quad y^m = ax^n y^n \cos^2 \varphi$$

le quali per la (25) si muterà nelle

$$\begin{aligned} x &= a \operatorname{sen}^{\frac{2n+2}{2n+1}} \varphi \cos^{\frac{2n}{2n+1}} \varphi \\ y &= a \operatorname{sen}^{\frac{2n}{2n+1}} \varphi \cos^{\frac{2n+2}{2n+1}} \varphi \end{aligned} \qquad (26)$$

Noteremo qui che per $\varphi = 0$, risultano $x = 0$, $y = 0$. Si differenzi il valore della x ed avremo

$$dx = 2a \left[\frac{n+1}{2n+1} d\varphi \operatorname{sen}^{\frac{1}{2n+1}} \varphi \cos^{\frac{4n+1}{2n+1}} \varphi - \frac{n}{2n+1} d\varphi \operatorname{sen}^{\frac{4n+3}{2n+1}} \varphi \cos^{-\frac{1}{2n+1}}\right]$$

che moltiplicato pel valore della y datoci dalle (26) troviamo

$$y\, dx = \frac{2a^2}{2n+1} \left[(n+1) d\varphi \operatorname{sen} \varphi \cos^3 \varphi - n\, d\varphi \cos \varphi \operatorname{sen}^3 \varphi\right]$$

il cui integrale indefinito è

$$A = C + \frac{2a^2}{2n+1} \left[-\frac{n+1}{4} \cos^4 \varphi - \frac{n}{4} \operatorname{sen}^4 \varphi\right].$$

Posto che a $\varphi = 0$, corrisponda $A = 0$, avremo

$$A = \frac{a^2}{2(2n+1)} \left[(n+1)(1+\cos^2 \varphi) - n \operatorname{sen}^2 \varphi\right] \operatorname{sen}^2 \varphi$$

Se la quantità entro parentesi venga tutta espressa in funzione del coseno, sarà

$$A = \frac{a^2}{2(2n+1)} \left[(2n+1) \cos^2 \varphi + 1\right] \operatorname{sen}^2 \varphi \qquad (27)$$

Di qui risulta che tutte le aree limitate dalle curve rappresentate dalla (19) sono quadrabili.

La (27) può essere data in funzione delle coordinate, quando in essa vengono sostituiti i valori di $\operatorname{sen}^2 \varphi$, $\cos^2 \varphi$, e così si trova

$$A = \frac{xy}{2} + \frac{a}{2(2n+1)} \cdot \frac{x^{n+1}}{y^n}. \qquad (28)$$

Se supponiamo ora $n = 1$, ne risulta $m = 3$ e per la (19) abbiamo *il folium* di Cartesio espresso da

$$x^3 + y^3 - axy = 0 \qquad (29)$$

e la formola che dà l'area diventa

$$A = \frac{a^2}{2} \operatorname{sen}^2 \varphi \cos^2 \varphi + \frac{a^2}{2.3} \operatorname{sen}^2 \varphi$$

nella quale sostituiti i valori delle funzioni circolari espressi per le coordinate, abbiamo

$$A = \tfrac{1}{2}\, xy + \frac{a}{2.3} \cdot \frac{x^2}{y} \qquad (30)$$

che coincide con quella trovata al §. 4 purchè si ponga $a = 3p$.

Sia ancora $n = \frac{3}{2}$ con che l'equazione della linea diverrà

$$x^4 + y^4 - a x^{\frac{3}{2}} y^{\frac{3}{2}} = 0 \qquad (31)$$

e la formola delle quadrature diverrà

$$A = \frac{a^2}{2.4} (4 \operatorname{sen}^2 \varphi \cos^2 \varphi + \operatorname{sen}^2 \varphi)$$

è perchè

$$\operatorname{sen}^2 \varphi = \frac{x^{\frac{5}{2}}}{a y^{\frac{3}{2}}}, \qquad \cos^2 \varphi = \frac{y^{\frac{5}{2}}}{a y^{\frac{3}{2}}}$$

otterremo

$$A = \tfrac{1}{2}\, xy + \frac{ax}{8} \left(\frac{x}{y}\right)^{\frac{3}{2}}. \qquad (32)$$

10. Per mostrare l'uso delle funzioni iperboliche si prenda a considerare la curva di quart'ordine

$$a^2 x^2 - x^2 y^2 = y^4 \qquad (33)$$

che porremo sotto la forma

$$\frac{a^2 x^2}{y^4} - \frac{x^2}{y^2} = 1$$

e quindi

$$\frac{a^2 x^2}{y^4} = \cos h^2 . \theta, \qquad \frac{x^2}{y^2} = \operatorname{sen} h^2 . \theta$$

dalle quali ne derivano le seguenti

$$y = a \operatorname{tang} h . \theta, \qquad x = \frac{a \operatorname{sen} h^2 . \theta}{\cos h^2 . \theta}.$$

Per la determinazione dell'area prenderemo la formola

$$A = xy - \int x \, dy$$

e perciò differenziando il valore della y avremo

$$\mathrm{d}y = \frac{a\,\mathrm{d}\theta}{\cos h^2.\,\theta},$$

onde sarà

$$A = xy - a^2 \int \frac{\mathrm{d}\theta \operatorname{sen} h^2.\,\theta}{\cos h^3.\,\theta};$$

ed integrando per parti sarà

$$\int \frac{\mathrm{d}\theta \operatorname{sen} h^2.\,\theta}{\cos h^3.\,\theta} = -\frac{\operatorname{sen} h.\,\theta}{2 \cos h^2.\,\theta} + \tfrac{1}{2} \int \frac{\mathrm{d}\theta}{\cos h.\,\theta},$$

ma

$$\int \frac{\mathrm{d}\theta}{\cos h.\,\theta} = \int \frac{\mathrm{d}\theta \cos h.\,\theta}{\cos h^2.\,\theta} = \int \frac{\mathrm{d}\theta \cos h.\,\theta}{1 + \operatorname{sen} h^2.\,\theta};$$

dunque

$$\int \frac{\mathrm{d}\theta}{\cos h.\,\theta} = \text{Arc. tang}\,(= \operatorname{sen} h.\,\theta)$$

e sostituendo troviamo

$$A = xy + \frac{a^2 \operatorname{sen} h.\,\theta}{2 \cos h^2.\,\theta}\ \text{Arc. tang}\,(= \operatorname{sen} h.\,\theta) \qquad (34)$$

cui non si aggiunge costante perchè ad $x = 0$, $y = 0$, corrisponde $\theta = 0$, e quindi posto anche $A = 0$ è costante $= 0$.

Per dare questa formola in funzione delle coordinate cartesiane, avvertiremo essere

$$\operatorname{sen} h.\,\theta = \frac{x}{y}, \qquad \cos h.\,\theta = \frac{ax}{y^2}$$

onde

$$\frac{\operatorname{sen} h.\,\theta}{\cos h^2.\theta} = \frac{y^2}{a^2 x},$$

e perciò

$$A = xy + \tfrac{1}{2}.\,\frac{y^3}{x} - \frac{a^2}{2}\ \text{Arc. tang}\left(= \frac{x}{y}\right). \qquad (35)$$

Se poniamo

$$\text{Arc. tang}\left(= \frac{x}{y}\right) = \alpha$$

avremo

$$\frac{\text{sen}\,\alpha}{x} = \frac{\cos\alpha}{y} = \frac{1}{\sqrt{x^2+y^2}},$$

ma dalla (33) deduciamo

$$\sqrt{x^2+y^2} = \frac{ax}{y}$$

e quindi

$$\text{sen}\,\alpha = \frac{y}{a}, \quad \cos\alpha = \frac{y^2}{ax}$$

onde

$$\alpha = \text{Arc. sen}\left(=\frac{y}{a}\right) = \text{Arc. cos}\left(=\frac{y^2}{ax}\right) = \text{Arc. tang}\left(=\frac{x}{y}\right),$$

donde

$$A = xy + \tfrac{1}{2}\cdot\frac{y^3}{x} - \frac{a^2}{2}\,\text{Arc. sen}\left(=\frac{y}{a}\right), \qquad (36)$$

la quale coincide con quella che si troverebbe quando la (33) si risolvesse rispetto la x e per mezzo dell'adattata formola se ne determinasse l'area.

11. Se venisse proposta l'equazione generale

$$y^m - x^m = ax^n y^n \qquad (37)$$

ove a rappresenta una retta, mutata in

$$\frac{y^{m-n}}{ax^n} - \frac{x^{m-n}}{ay^n} = 1$$

servendoci delle funzioni iperboliche, porremo

$$\frac{y^{m-n}}{ax^n} = \cos h^2\,.\,\theta, \quad \frac{x^{m-n}}{ay^n} = \text{sen}\,h^2\,.\,\theta$$

dalle quali si ricava, essendo per la omogeneità della (37)

$$m = 2n + 1$$

$$xy = a^2\,\text{sen}\,h^2\,.\,\theta\,\cos h^2\,.\,\theta,$$

e dalle

$$y^m = ax^n y^n \cos h^2\,.\,\theta, \quad x^m = ax^n y^n\,\text{sen}\,h^2\,.\,\theta$$

se ne deducono, come nel caso delle funzioni circolari

$$x = a\,\text{sen}\,h.^{\frac{2n+2}{2n+1}}\theta\,\cos h.^{\frac{2n}{2n+1}}\theta, \quad y = a\,\text{sen}\,h.^{\frac{2n}{2n+1}}\theta\,\cos h.^{\frac{2n+2}{2n+1}}\theta \qquad (38)$$

Differenziata la x si ottiene

$$dx = \frac{2\,a\,d\theta}{2n+1}\left[(n+1)\,\text{sen}\,h.^{\frac{1}{2n+1}}\,\theta\,\cos h.^{\frac{4n+1}{2n+1}}\,\theta + n\,\cos h.^{\frac{-1}{2n+1}}\,\theta\,\text{sen}\,h.^{\frac{4n+3}{2n+1}}\right]$$

e quindi

$$A = \int y\,dx = \frac{2\,a^2}{2n+1}\left[(n+1)\int d\theta\,\text{sen}\,h.\,\theta\cos h^3.\,\theta + n\int d\theta\cos h.\,\theta\,\text{sen}\,h^3.\,\theta\right].$$

L'integrale indefinito di questa nella ipotesi che a $\theta = 0$, corrisponda $A = 0$, è

$$A = \frac{a^2}{2\,(2n+1)}\left[(n+1)\,(1+\cos h^2.\,\theta) + n\,\text{sen}\,h^2.\theta\right]\text{sen}\,h^2.\,\theta,$$

e dando tutto in funzione di coseno iperbolico la quantità entro parentesi, troveremo

$$A = \frac{a^2}{2}\,\text{sen}\,h^2.\,\theta\cos h^2.\,\theta + \frac{a^2}{2(2n+1)}\,\text{sen}\,h^2.\,\theta \qquad (39)$$

la quale in funzione delle coordinate sarà per tutte le curve rappresentate dalla (37)

$$A = \frac{xy}{2} + \frac{a}{2(2n+1)}\cdot\frac{x^{n+1}}{y^n}. \qquad (40)$$

12. Prendiamo ora a considerare l'equazioni quadrinomie della forma

$$y^m = A\,x^a + B\,x^b\,y^{b_1} + C\,x^c\,y^{c_1} \qquad (41)$$

applicando a queste l'istesso metodo usato per le trinomie, vediamo in quali casi se ne può avere la quadratura.

Dividendo l'uno e l'altro membro per x^a sarà

$$y^m\,x^{-a} = A + B\,x^{b-a}\,y^{b_1} + C\,x^{c-a}\,y^{c_1} \qquad (42)$$

nella quale porremo

$$Y = y^m\,x^{-a}, \quad X = x^{b-a}\,y^{b_1}$$

e da queste dedurremo facilmente

$$x = X^{\frac{m}{m(b-a)+ab_1}} \qquad Y^{\frac{b}{m(b-a)+ab_1}}$$

$$y = X^{\frac{a}{m(b-a)+ab_1}} \qquad Y^{\frac{b-a}{m(b-a)+ab_1}}$$

e facendo per comodo di calcolo

$$\frac{m}{m\,(b-a)+ab_1} = \alpha \quad ; \quad \frac{b}{m\,(b-a)+ab_1} = \beta$$

$$\frac{a}{m(b-a)+ab_1}=\alpha_1 \quad ; \quad \frac{b-a}{m(b-a)+ab_1}=\beta_1$$

è

$$x = X^{\alpha} Y^{-\beta} \quad , \quad y = X^{\alpha_1} Y^{\beta_1}$$

e cosi la (42) diventa

$$Y = A + BX + CX^{\alpha(c-a)+\alpha_1 c_1} Y^{-\beta(c-a)+\beta_1 c_1} \tag{43}$$

la quale è tutt'ora una funzione implicita delle variabili X, Y.

Se però tra gli esponenti regnassero le relazioni

$$\alpha(c-a)+a_1 c_1 = 0 \quad ; \quad -\beta(c-a)+\beta_1 c_1 = 0$$

dalle quali si potrebbero ricavare i valori di c, c_1 dati in funzione a, b, b_1, m, che sostituiti nella (41) si otterrebbero tutte quelle curve le quali conterrebbero aree dipendenti da una sola variabile. Ora questi valori si trovano essere

$$c = a, \quad c_1 = 0$$

pei quali la (41) si riduce alla forma

$$y^m = (A + C)\, x^a + B\, x^b y^{b_1}$$

e la (43) ad

$$Y = A + C + BX$$

che ricade nel caso delle linee rappresentate da equazioni trinomie.

Supponiamo che abbia luogo soltanto la condizione

$$-\beta(c-a)+\beta_1 c_1 = 0$$

dalla quale

$$c_1 = \frac{\beta}{\beta_1}(c-a);$$

in questa ipotesi la (43) diventa

$$Y = A + BX + CX^{\delta}$$

essendo

$$\delta = \alpha(c-a)+\alpha_1 c_1$$

ove sostituito il valore di c_1, è

$$\delta = \frac{(\alpha\beta_1+\alpha_1\beta)(c-a)}{\beta_1}$$

ove conosciamo che δ può essere nullo in due casi, l'uno quando è $c = a$,

che è il caso contemplato, e l'altro quando è

$$\frac{\alpha}{\alpha_1} = -\frac{\beta}{\beta_1}$$

che ci dà una relazione fra alcuni esponenti della (41) perchè sostituendo risulta

$$m\,(a-b)-b=0 \qquad (a)$$

La (43) si riduce sempre in queste ipotesi alla seguente

$$Y = A + C + BX$$

che quella stessa del primo caso.

Se nel valore di c_1 si sostituiscono quelli di β, β_1 avremo

$$c_1 = \frac{b\,(c-a)}{b-a} \qquad (b)$$

e perciò tutte le volte che fra gli esponenti della (41) esisteranno queste relazioni (a), (b) potrà ottenersi la quadratura.

Supponiamo ora che sia δ differente dallo zero: e ripreso

$$x = X^{\alpha}\,Y^{-\beta}$$

ne dedurremo

$$dx = (\alpha\,dX - \beta\,X\,dY)\,X^{\alpha-1}\,Y^{-\beta-1}$$

ove sostituito il valore tanto per Y quanto dY dato in X per mezzo delle

$$Y = A + BX + CX^{\delta}$$

$$dY = B\,dX + \delta\,CX^{\delta-1}$$

otterremo

$$\int y\,dx = \int (\alpha - B\beta - C\beta\delta X^{\delta})\,(A + BX + CX^{\delta})^{\beta_1-\beta-1}\,X^{\alpha+\alpha_1-1}\,dX \qquad (44)$$

che è ridotta a dipendere da una sola quantità variabile x, e può così procedersi alla integrazione. Quando si verificherà la condizione che $\beta_1 - \beta$ sia un numero intero e positivo l'integrale si comporrà di un numero finito di termini

Potrebbe avvenire che tra gli esponenti della (41) avesse luogo la relazione

$$-\beta\,(c-a) + \beta_1\,c_1 = 1$$

essendo allora

$$Y = A + BX + CYX^{\delta}$$

ne dedurremo

$$Y = \frac{A + BX}{1 - CX^{\delta}}$$

onde il valore dell' area elementare $y\,dx$ verrà data anche in questo caso in funzione della sola variabile X.

Quando si verificasse

$$\alpha(c - a) + \alpha_1 c_1 = 1$$

posto allora

$$\delta_1 = -\beta(c - a) + \beta_1 c_1$$

la (43) si muta in

$$Y = A + (B + CY^{\delta_1}) X$$

da cui

$$X = \frac{Y - A}{BC + Y^{\delta_1}}$$

colla quale coesiste

$$y = X^{\alpha_1} Y^{\beta_1}$$

considerando allora la formola

$$\int y\,dx = xy - \int x\,dy$$

è per se evidente che il secondo membro si riduce a dipendere dalla sola variabile Y.

13. Per la determinazione dell'area, essendo data l'equazione

$$y^m = A\,x^a + B\,y^{b_1} x^b + C\,x^c y^{c_1} \qquad (45)$$

potrebbe operarsi ancora come siegue.

Si ponga l'equazione sotto la forma

$$-1 + A\,x^a y^{-m} + B\,x^b y^{b_1 - m} + C\,x^c y^{c_1 - m} = 0 \qquad (46)$$

e facciasi

$$Y = x^a y^{-m}, \quad YX = x^b y^{b_1 - m}$$

dalle quali dedurremo

$$\left.\begin{aligned} y &= X^{\frac{a}{a(b_1-m)+bm}} \quad Y^{\frac{a-b}{a(b_1-m)+bm}} \\ x &= X^{\frac{m}{a(b_1-m)+bm}} \quad Y^{\frac{b}{a(a_1-m)+bm}} \end{aligned}\right\} \qquad (47)$$

e se per comodo poniamo

$$n = a(b_1 - m) + bm$$

troveremo per la (46)

$$-1 + AY + BXY + CX^{\frac{cm+a(c-m)}{n}} Y^{\frac{bc+(a-b)(c_1-m)}{n}} = 0 \qquad (48)$$

E qui noteremo i differenti casi nei quali l'area può aversi in funzione di una sola variabile.

Quando fosse

$$bc + (a - b)(c_1 - m) = 0$$

posto

$$\delta = \frac{cm + a(c - m)}{n},$$

la (48) diventa

$$-1 + Y(A + BX) + CX^{\delta} = 0$$

dalla quale

$$Y = \frac{1 - CX^{\delta}}{A + BX}$$

e quando fosse

$$\frac{bc + (a - b)(c_1 - m)}{n} = 1, \qquad \frac{cm + a(c - m)}{n} = \delta$$

risultando

$$-1 + Y(A + BX + CX^{\delta}) = 0$$

se ne deduce

$$Y = \frac{1}{A + BX + CX^{\delta}}.$$

In tutte queste differenti ipotesi l'area elementare $y\,dx$ è data in funzione di una sola variabile. Quando nella (48) l'esponente della Y nel primo membro è diverso dallo zero o dall'unità, essa ci presenta il caso di una equazione implicita, e non può l'area essere calcolata per mezzo della solita formola.

Se però abbiasi

$$cm + a(c - m) = 0, \quad \text{fatto} \quad \frac{bc + (a - b)(c_1 - m)}{n} = \delta_1$$

dalla (48) dedurremo

$$X = \frac{1 - AY - CY^{\delta_1}}{BY},$$

e se fosse

$$\frac{cm + a(c - m)}{n} = 1$$

si otterrebbe

$$X = \frac{1 - AY}{BY + CY^2}.$$

Essendo però generalmente

$$\int y\, dx = xy - \int x\, dy$$

riprenderemo

$$y = X^{\alpha} Y^{\beta}, \quad x = X^{\alpha_1} Y^{\beta_1}$$

e quindi colla differenziazione avremo

$$dy = (\alpha\, Y\, dX + \beta\, X\, dY)\, X^{\alpha-1}\, Y^{\beta-1}$$

e perchè nei casi contemplati la X è una determinata funzione di Y, così sarà ridotto a dipendere da questa sola variabile il valore di $x dy$, e per tal modo sarà determinata l'area richiesta.

14. Questo metodo vale ancora per la determinazione dei volumi di rivoluzione

$$V = \pi \int y^2\, dx$$

quando l'equazione della linea che termina l'area generatrice è implicita.

Se prendiamo di fatti l'equazione trinomia

$$y^m = A\, x^a + B\, x^b y^{b_1}$$

ed operiamo come al §. 3 troveremo le due equazioni

$$x = X^{\alpha}\, Y^{\beta}, \qquad y = X^{\alpha_1}\, Y^{\beta_1}$$

e quindi

$$V = \pi \int y^2\, dx = \pi \int \left[A\, \beta + B\, (\alpha + \beta)\, X\right]\, (A + BX)^{\alpha + 2\alpha_1 - 1}\, X^{\beta + 2\beta_1 - 1}\, dX$$

la cui integrazione fra gli altri casi, darà un numero limitato di termini tutte le volte che sia numero intero la funzione

$$\alpha + 2\,\alpha_1 = \frac{2\,(a - b) + b_1}{m\,(a - b) - ab_1}$$

Sia per esempio

$$y^3 + x^3 - 3\, p^{\frac{3}{2}}\, xy^{\frac{1}{2}} = 0$$

per la quale

$$a = m = 3, \quad b = 1, \quad b_1 = \tfrac{1}{2}$$

onde risulta

$$\alpha + 2\,\alpha_1 = 1.$$

Dopo ciò abbiamo

$$A = -1, \qquad B = 3\, p^{\frac{3}{2}}$$

$$\alpha = \tfrac{1}{9}\,, \quad \beta = -\tfrac{2}{3}\,, \quad \alpha_1 = \tfrac{1}{9}\,, \quad \beta_1 = -\tfrac{2}{3}$$

e quindi sostituendo e riducendo troviamo

$$V = \frac{2\pi}{3}\int\frac{dX}{X^3} - \frac{5\pi}{3}p^{\frac{3}{2}}\int\frac{dX}{X^2}$$

ovvero

$$V = \frac{\pi}{3}\left(\frac{5p^{\frac{3}{2}}}{X} - \frac{1}{X^2}\right):$$

ma

$$X = \frac{y^{\frac{1}{2}}}{x^2}$$

dunque

$$V = \frac{\pi}{3}\left(\frac{5p^{\frac{3}{2}}x^2}{y^{\frac{1}{2}}} - \frac{x^4}{y}\right),$$

pel valore del volume richiesto.

PROBLEMI CHE POTRANNO VENIRE SCIOLTI DALLO STUDIO DELLE DIATOMEE E IMPORTANZA DI QUELLO.

MEMORIA

DEL SIG. ABATE CONTE FRANCESCO CASTRACANE

L'importanza dello scopo, al quale nell'ammirabile armonia della Natura sono ordinate le Diatomee e l'universalità di quello, fanno intendere a chiunque vi ponga la più leggiera attenzione qual sia la diffusione e l'ubiquità delle stesse. In molte occasioni ho dovuto dimostrare, d'accordo con il maggior numero dei Naturalisti Micrografi che a questo interessante ordine di organismi rivolsero i loro studi, come le Diatomee hanno per principale uffizio l'operare la decomposizione dell'acido carbonico sotto l'influenza della luce, in modo che nel mentre si appropriano il carbonio necessario al loro sviluppo, pongono in libertà l'ossigeno, elemento indispensabile al mantenimento della respirazione animale e alla produzione della forza muscolare. Da questo per conseguenza ne discende che nelle acque (le quali si sà che ricuoprono oltre ai quattro quinti del Globo) dove pullula la vita animale, siamo certi della presenza delle Diatomee, le quali nella loro estrema picciolezza con il numero incalcolabile e sorpassante qualunque immaginazione, servono all'interessantissimo scopo per il quale furono create. Inoltre avendo io più volte e con eguale successo sperimentato nelle culture fatte delle Diatomee, come nei piccoli acquarii dove io a bello studio avevo aggiunto dell'azoto, in osservazione contemporanea e parallela con altri simili e senza tale addizione, costantemente nei primi mostrossi più rigogliosa la vegetazione che nei secondi, ne dovetti dedurre che le Diatomee non assimilano soltanto il carbonio, ma che altresì si giovano dell'azoto. Così dall'avere veduto come delle Diatomee viventi in ristretto acquario, nel quale un mollusco era morto e caduto in putrefazione, non solo quelle non ne erano morte che anzi prosperarono e in breve termine restituirono l'acqua alla primitiva purezza, mi rimase chiaramente dimostrato che non ultimo nè meno importante ufficio delle Diatomee è in natura quello di rendere sane le acque appropriandosi l'azoto in stato libero o in quello di principii ammoniacali, che sono il ri-

sultato della decomposizione degli organismi animali. Quindi la morte e la putrefazione delle spoglie animali, dalle quali le acque sarebbero rese insalubri ed inabitabili agli animali viventi, servono a favorire lo sviluppo di quelle Diatomee, che sono precisamente ordinate a fornire l'elemento indispensabile alla respirazione di quelli.

Nè tale induzione viene per alcun modo smentita dal fatto, il quale invece pienamente ne conferma la verità. Difatti è notorio che le acque tutte o siano dolci o marine o salmastre sono popolate dalle Diatomee. Non vi è rivo o fosso o sorgente che non ne abbia a dovizia: lo strato muccoso e lubrico di colore olivastro o di rugine che ricopre il terreno e le pietre e i muri continuamente irrorati dallo spruzzare dell'acqua o formante cascata o zampillante o stillante, è formato nella quasi totalità da vegetazione di Diatomee. I corsi di acque lentamente fluenti, i fossi di scolo dei terreni umidi o paludosi, quando splenda un bel sole vedonsi o sparsi di faldelle natanti od anche si mostrano interamente coperti di denso strato schiumoso di color legno scuro, il quale non è formato che da un accumulamento prodigioso di Diatomee, delle quali in breve ora se ne potrebbe raccogliere un peso considerevole, che però in poco tempo si vedrebbe rimpiazzato da altro denso strato come se non vi si fosse menomamente attinto. Gli stagni salmastri delle maremme offrono il campo più fertile a chi si occupi nello studio delle Diatomee, le quali però sono speciali generalmente e caratteristiche di quella condizione di acque.

Ma è il mare che offre la più ricca e più svariata messe al Diatomologo e per l'ampiezza del campo e per l'universalità della diffusione e per l'immensa varietà delle forme e per la squisita ricchezza ed eleganza delle specie che vegetano in quello. Difatti ogni paraggio ogni seno o baia ogni golfo ogni canale o stretto dà ricetto alla vegetazione delle Diatomee. Queste si adattano ad ogni condizione di clima o temperatura; così ogni mare sia pure esso temperato o tropicale, o pure soggetto buona parte dell'anno ad essere cristalizzato e concreto in una massa di ghiaccio dà luogo alla interessante flora delle Diatomee. Che anzi quegli arditi navigatori, i quali non ributtati dalla tetra prospettiva dei gravissimi continui pericoli e dei diuturni stenti che li attendevano, osarono ripetutamente affrontare la quasi impenetrabile barriera di ghiaccio dei mari polari ci narrano, come al cessare della vegetazione delle alghe superiori all'approssimazione del polo per l'eccessivo rigore della temperatura, con tanto maggior rigoglio subentrano le Diatomee ad adempiere esse sole l'importantissimo officio di somministrare l'ossigeno

necessario alla respirazione degli animali, che frequentano quei paraggi. Così le minime Diatomee sono per l'appunto quelle che rendono possibile in quei mari l'esistenza degli animali che l'abitano, i quali sono precisamente i più grandi rappresentanti del regno animale, cioè le colossali balene e gl'immani cetacei.

Ma quello che meglio dimostra la soverchiante ricchezza delle Diatomee e della loro vegetazione in quelle altissime latitudini è quanto il D.r Hooker ne narrò nel Rapporto fatto alla Associazione Britannica nel 1847 al ritorno fatto dalla sua lunga navigazione a bordo dell'Erebus. « Le acque – Esso dice –
» e specialmente i ghiacci nuovamente formati dell'intero Oceano Antartico,
» fra i paralleli di 60.° e 80.° Sud, abbondano in Diatomacee, così numerose da
» tingere il mare ovunque di pallido bruno ocraceo, la superficie avendo questo
» colore per quanto l'occhio può estendersi dal bordo del bastimento. Quan-
» tunque peculiarmente abbondanti nel Mar Glaciale, queste piante sono pro-
» babilmente disperse con uniformità su l'intero Oceano, ma essendo invisibili
» per la loro minutezza, possono soltanto essere riconosciute quando lavate in-
» sieme in massa, e poste siano a contrasto con qualche sostanza opaca. Queste
» sono invariabilmente trovate negli stomachi delle Salpe e di altri animali
» marini, in tutte le solitudini fra quelli del Tropico ed i più alti paralleli
» raggiunti dalla spedizione Antartica. La loro morte e decomposizione produce
» un deposito submarino o banco di vasta dimensione, consistente specialmente
» delle loro spoglie silicee, mescolate con Infusorii e materia inorganica. La
» sua posizione è fra 26.° e 70.° gradi di latitudine Sud, e occupa un'area di
» 480 miglia di lunghezza. Lo scandaglio talvolta pesca due piedi in questo
» deposito pastoso, e ad un esame il fondo vedesi constare in grande parte
» di specie ora viventi alla superficie. Questo deposito può essere considerato
» come poggiante sopra la spiaggia di Victoria Land e delle Barriers, e in con-
» seguenza sul fianco submarino del Monte Erebus, vulcano attivo 12000 piedi
» alto. Dal fatto che le Diatomee ed altri organismi entrano nella formazione
» delle pomici e delle ceneri di altri vulcani, non è forse irragionevole il conget-
» turare che le forze sotterranee e subacquee, le quali tengono il Monte Erebus
» in attività, possono avere aperto una comunicazione fra quel deposito di
» Diatomee e i suoi fuochi vulcanici. Inoltre, questo banco fiancheggia l'intera
» lunghezza di Victoria Barrier, banco di ghiaccio lungo 400 miglia, il di cui
» bordo verso il mare si stende su l'Oceano, mentre il suo lato verso terra
» stendesi in un letto continuo dal cratere del Monte Erebus e altre montagne
» di Victoria Land al mare. Il movimento progressivo di tale ghiacciaio e l'ac-

» cumulamento di nevi alla sua superficie, deve avere rapporto con il deposito
» in questione, il quale, se mai sorgesse su la superficie dell'Oceano, presen-
» terebbe un letto stratificato di roccie, il quale è stato soggetto ai più vio-
» lenti sconvolgimenti.

Nè testimonianza più autorevole io potevo qui addurre a stabilire il mio asserto, che cioè anche dove è più rigorosa la temperatura e tale da non permettere alcuna altra vegetazione, in quei paraggi che precisamente sono popolati dalle forme più colossali della vita animale, la somministrazione dell' Ossigeno a mantenere la respirazione di quelle fu dalla sapienza del Creatore riservata al minimo dei vegetali quale può dirsi essere la Diatomea. Però, l'autorità somma, che volentieri riconosco del D.r Hooker, la di cui testimonianza perciò appunto invocai, non toglierà che io mi permetta fare qualche osservazione di dettaglio su di una circostanza da Lui ricordata. La circostanza su la quale vorrei permettermi di fare qualche riserva si aggira sul fatto supposto « che le Diatomee ed altri organismi entrano nella » formazione delle pomici e delle ceneri di altri vulcani », da cui il Ch. Hooker ne arguisce non essere irragionevole il credere che vi sia una diretta comunicazione fra il fuoco del Monte Erebus ed il deposito di Diatomee di Victoria Barrier. Io non potrò mai persuadermi che nella formazione delle pomici possa dimostrarsi con certezza che vi esistano le Diatomee, le valve silicee delle quali siano riconoscibili nella loro tessitura. Il calore intensissimo, dalla di cui azione vuolsi riconoscere avere origine la pomice, non vedo come non avrebbe vetrificato e distrutto completamente le tenuissime valve silicee delle Diatomee. Che se talvolta si potesse arrivare a riconoscere taluno di questi maravigliosamente piccoli organismi, questo potrebbe essere soltanto alla superficie o nei minimi anfratti che riscontransi nella tessitura spugnosa delle pomici, ma non si potrà mai a mio avviso dimostrare, che le Diatomee esistano nella loro forma quale elemento costituente della pomice. Quasi gli stessi argomenti militano ad accettare con la più grande riserva l'asserzione che le Diatomee costituiscano uno degli elementi delle ceneri vulcaniche. In tale caso quando fra quella sostanza polverulenta il Microscopio abbia da constatare la presenza di queste forme organiche, saremo sempre autorizzati a credere che quelle vi esistano avventizie, perchè trasportate dai venti o perchè siano nate e morte sul terreno sul quale furono raccolte le ceneri. Così anche io ho avuto occasione di riconoscere e determinare più specie di Diatomee fra le polveri raccolte su le lave del Vesuvio, quali mi furono gentilmente rimesse dal Ch. Botanico D.r Gaetano Licopoli di

Napoli; ma non mi sono mai menomamente persuaso che quelle fossero state eruttate dalla paventosa forza del Vesuvio. Sò che l'opinione su la presenza delle Diatomee come uno degli elementi a formare i materiali eruttivi diversi dei vulcani è divisa da molti autorevolissimi Micrografi, e fra questi dal Professore Ehrenberg. Credo che quello che ha dato luogo a fare accettare tali idee, che sogliomsi ripetere ricopiandosi semplicemente dall'uno all'altro, sia da riconoscersi e da attribuire a qualche osservazione non troppo assicurata, la quale nella foga delle continue maravigliose scoperte che spontaneamente si presentavano ai fortunati primi possessori del moderno Microscopio acromatico, non lasciarono agio a tutelarsi da qualche inavvedutezza per la quale in un posteriore esame microscopico poterono notarsi delle forme rimaste nel provino da una operazione antecedente.

E purtroppo accade facilmente all'Osservatore Micrografo, che per l'entusiasmo delle maraviglie svariate e continue che vede svolgersi a traverso il campo di visione del Microscopio spesso viene suo malgrado trascinato ad accettare senza riserva una prima osservazione propria o di altri, la quale avrebbe meritato essere prima rigorosamente discussa. Questo primo errore con ripetersi e copiarsi dall'uno all'altro spesso travìa per lungo tempo ad erronee deduzioni con notevole danno della scienza. E questo riesce tanto più fatale per la generale tendenza ad essere troppo corrivi a generalizzare, fondandosi su qualche osservazione parziale, quantunque più volte e per diverse località ripetuta, o anche con il semplice appoggio di qualche osservazione eccezionale. Di simili azzardate generalizazioni le quali hanno ricevuto o meglio usurpato la sanzione del tempo, abbiamo l'esempio in tutti i libri e lavori diversi, nei quali più o meno di proposito trattasi della vita del mare, o della costituzione fisica del fondo di quello e delle formazioni marine. In questi noi con il maggiore interesse apprendiamo la diffusione della vita nelle acque, e leggiamo giustamente inculcata l'importanza geologica degli organismi microscopici, i quali per quanto eccessivamente minimi e apparentemente insignificanti in paragone con gli animali e le piante che quotidianamente svolgonsi sotto i nostri occhi, con tutto questo, per la loro eccessiva accumulazione e moltiplicazione, hanno una più grande importanza nella storia fisica del mondo, di quella che hanno i più grandi alberi ed animali che noi conosciamo. Così ad ogni tratto leggiamo che il fango che ricopre ovunque il letto del mare non è formato quasi da altro che da organismi microscopici in modo che gli immensi accumulamenti di materiali che costituiscono il fondo degli oceani non sono che resti i quali appar-

tennero ad esseri organizzati ed animati, che perciò conservano l'impronta della forma organica della quale fecero parte.

Che gli immensi accumulamenti di fango, i di cui saggi dagli abissi più profondi del mare perviene a portarci alla superficie l'ingegnosissimo scandaglio di Brooke o la draga la quale con tanto vantaggio viene adoperata a riconoscere l'esistenza della vita animale negli imi recessi marini, sia costituito da forme organiche di Foraminifere di Radiolarie di Policistine di Diatomee, è quanto in molti casi è stato riconosciuto. Anche io ho avuto il piacere di riconoscere un tal fatto e questo in più occasioni. Più specialmente ciò ebbe luogo quando dalla squisita gentilezza dell'Illustre Conchigliologo Inglese Sig.[r] Gwin Jeffreys mi fu inviata una piccola quantità di fango tratto dalla profondità di 14610 piedi nell'Atlantico. L'esame microscopico di quel fango mi fornì l'argomento per una Memoria, che ebbi l'onore di leggere a questa Accademia nella Sessione del 5 Marzo 1871. Risultati simili ho incontrato in diverse occasioni, ma è altrettanto vero che in moltissime altre circostanze, anzi nel maggior numero di queste, la mia aspettativa rimase delusa, mentre nè anche la vista di una sola forma venne a compensare le molte pene datemi, le quali forme diconsi pure costituire la quasi totalità del fango marino. Questo mi accadde quando la parziale bontà del nostro Presidente P. Angelo Secchi mi offrì di esaminare detti fanghi che da diverse profondità fino a quella di 330 metri aveva ricondotti alla luce dal fondo del Mediterraneo avanti la foce del Tevere lo scandaglio del Ch. nostro Collega Alessandro Cialdi. Per quanta cura e diligenza impiegassi fra i non molti avanzi silicei di quel fango trattato lungamente con gli acidi azotico e cloroidrico ajutato da protratta digestione al calore di una lampada, pure la mia speranza rimase compiutamente delusa. Simile esito sortirono le mie ricerche intorno le marne Vaticane, nelle quali la copia degli avanzi della fauna marina mettono fuori di qualunque esitazione il riconoscere quelle come fanghi di un antichissimo fondo di mare dell'epoca terziaria. Simili replicati insuccessi mi fecero su le prime dubitare non fossero semplicemente da attribuire a mia imperizia. Però nel riflettere come fossi stato fortunato in altre circostanze, e più il leggere mi riconfortò che eguale esito negativo avevano incontrato gli illustri Naturalisti Inglesi, che erano stati incaricati della direzione nelle ricerche scientifiche a traverso il bacino del Mediterraneo fatte con il « Porcupine » Vapore a tale oggetto fornito dalla illuminata liberalità del Governo Inglese, mi riconfortò, e mi fece pensare di dovere attribuire il non avere nè io nè altri incontrato Diatomee nelle melme del Me-

diterraneo a qualche agente, che a mano a mano ne disciogliesse le spoglie silicee per qualche azione chimica. E di tale azione credetti potere accagionare la presenza di soverchiante quantità di principî calcari, quale precisamente era stata dimostrata dalle belle e ingegnosissime esperienze del Professor Tyndall nelle azzurre acque di quel mare, per le quali venne provato che la ricchissima e splendidissima tinta di quelle acque è dovuta alla copia del calcare che in tenuità estrema e quasi atomica esse tengono in sospensione.

Però l'essere tutt'altro che infrequente un tale successo negativo nella ricerca di valve di Diatomee nei materiali estratti dalla profondità del mare, e più il vedere come questo si avveri non soltanto nel Mediterraneo ma a traverso tutti i mari, mi porta alla convinzione che la frequente assenza di quelle non sia da riconoscere dalla azione successiva di alcun solvente, ma bensì debbasi attribuire a qualche circostanza locale che accumula le morte spoglie in un punto, spazzandole totalmente da altri, mentre è in ogni miglior modo accertato che la vegetazione delle Diatomee è diffusa nell'intera superficie del mare. Difatti non credo vi sia chi non abbia le mille volte osservato la maniera nella quale accade la discesa di un grave qualunque attraverso dell'acqua. Se noi lasciamo cadere nell'acqua un corpo che sia più di quella pesante, noi lo vediamo nel punto della immersione divergere dalla linea verticale, e discendere fra gli strati liquidi disegnando una linea a zig zag o meglio serpeggiante e a spirale; e questo avrà luogo in modo più marcato e con spire più larghe in rapporto alla leggerezza del corpo che discende e a misura che questo più si diparte dalla forma sferica, ed in ragione della densità del liquido che viene traversato. Tale circostanza è stata sagacemente notata e posta a profitto da quei monelli che nell'estate seminudi vengono a sollecitare chi va ai porti a respirare la brezza marina onde getti nel mare una piccola moneta, che essi fanno mostra di raccogliere nel fondo, mentre invece destramente lanciandosi nell'acqua riescono a prenderla nel discendere che quella fa lentamente fra l'onda. Non vi sarà pertanto chi non veda come la discesa delle lievissime valve di una minima Diatomea dovrà riescire sovramodo lenta in rapporto ancora alla forma piatta, che generalmente presenta. Quando in altra occasione parlai della struttura delle Diatomee narrai quanto io avevo avuto luogo di riconoscere dalla interessantissima preparazione di dissezioni delle valve del *Pleurosigma angulatum* e *P. Balticum* mirabilmente eseguite dal Ch. Sig.r Flögel di Kiel, nelle quali le incomparabilmente sottili valve pure mostravansi per tale squisita maniera e finissimo magistero costrutte da presentare nella loro spessezza una serie

di minime celluline interstiziali. Quindi è che la mia mente si perde quando mi affisso nel pensiero del tempo che dovrà certamente impiegare una lievissima valva di Pleurosigma, la quale in rapporto alla spessezza presenta una sviluppatissima superficie, per discendere al fondo dei più profondi abissi del mare. Ma tanto più il pensiero rimane sbigottito nel calcolare la lentezza di quella discesa quando si rifletta alla crescente resistenza delle acque tanto in rapporto al corpo che discende, quanto assolutamente, mentre noi sappiamo come la densità dell'acqua nel mare cresce in ragione della profondità, così che il mare in alcuno de' suoi cupi abissi, che già conosciamo perchè raggiunto con lo scandaglio, ha una pressione tale, che si misura per più centinaia d'atmosfere.

Così sarà più conforme al vero il considerare che le morte spoglie delle Diatomee in innumerevoli miriadi cominciano a discendere e rimangono quasi per tempo indefinito fluttuanti in condizione di equilibrio instabile. Perciò queste lievissime forme non possono non essere travolte dalle correnti del mare, il quale, come l'animale riceve la vita dal moto del sangue nelle infinite vene che si diramano per tutto il corpo, così esso pure è percorso dal flusso di correnti diverse che continuamente ne ristabiliscono il turbato equilibrio. Quindi è che mi vado persuadendo che dove il fango marino è costituito (come suole accadere talvolta) da resti di Diatomee o di altri organismi microscopici, si può con sicurezza dedurre, che la posizione, dalla quale fu estratto quel fango, è tale da non essere soggetta all'azione delle correnti. Questo poi potrà essere o perchè quella località non è percorsa da corrente o perchè ne è riguardata e difesa da alcuna accidentalità del terreno circostante o pure trovasi nello scontro di contrarie correnti, l'azione delle quali mutuamente si elidano. Quest'ultima circostanza precisamente può intendersi da quanto accade alla superficie del mare, e che determina la posizione dei così detti Mari di Sargasso; o più comunemente da quanto vediamo lungo il corso dei fiumi o canali, ed anche su i laghi e stagni, ove alcune circostanze analoghe di località determinano la posizione quasi costante di ammassi di foglie e di altri galleggianti.

Da questo chiaro apparisce come lo studio delle Diatomee e la loro conoscenza possa interessare quegli che coltiva la Scienza del Mare, la quale ha tanto progredito in questi ultimi tempi specialmente per parte del non mai abbastanza encomiato autore della Geografia Fisica del Mare il Tenente Maury della Marina degli Stati Uniti. Questi sarà sempre ricordato con riconoscenza da tutti, ma specialmente da quanti si interessano al commercio, mentre gli studi da esso fatti e l'immensa farragine di documenti raccolta

da lui e ordinata e discussa, nel dimostrare la presenza e le leggi di correnti costanti nel mare e nella cognizione della periodicità delle principali correnti atmosferiche, ha dato il mezzo di abbreviare notevolmente la durata delle navigazioni seguendo spesso una rotta notevolmente più lunga. Così se con diligenza si praticheranno ripetuti scandagli con assoggettare in appresso i fanghi ottenuti alla osservazione microscopica, se questo si praticherà frequentemente notando con diligenza su le carte di navigazione i punti scandagliati e le loro profondità; si avranno tanti dati preziosi, dei quali un'altro Maury potrà far tesoro particolareggiandone la topografia dei bacini diversi del mare, la quale porterà certamente in avvenire ad utilissime pratiche deduzioni.

Nella occasione che resi conto di quanto mi presentò di rimarchevole e di interessante il sopraricordato campione di fango tratto dall'Atlantico alla profondità di 14610 piedi, io accennai ad una indagine molto interessante per la Scienza, che avrebbe potuto istituirsi da quelli che hanno la opportunità invidiabile della copia di mezzi, quali la saviezza del Governo Inglese ha liberalmente accordato a prò della Scienza stessa. Questo Governo ha messo sotto la direzione di tre illustri Naturalisti una sua nave a vapore in tre diversi anni, cioè il « Ligthening » nel 1868, ed il « Porcupine » nel 1869 e nel 1870, ed ora a coronare l'opera ha stabilito che per tre anni il « Challenger » sia occupato a grandi viaggi e perlustrazioni a traverso i mari al fine di radunare gli elementi necessari a conoscere in tutte le sue parti la geografia fisica del Mare, studiandone la vita animale e vegetale dei diversi paraggi e la temperatura il grado di salsedine e le correnti in rapporto ancora alle diverse profondità. Nella occasione sopraccennata nel ragionare degli organismi da me rinvenuti in quella melma dell'Atlantico feci la proposta di un non difficile sistema di ricerche per le quali a mio avviso si sarebbe potuto approssimativamente determinare il limite della vegetazione nella profondità del mare. Dai primi momenti che mi detti a studiare di tutto proposito le leggi biologiche delle Diatomee potei riconoscere che ogni qualvolta si collochi alla luce un bicchiere d'acqua qualsiasi ricoperto con una lastra di vetro, in capo a venti o trenta giorni ha luogo in quello lo sviluppo di numerose piccole Diatomee, le quali non possono essere prodotte da altro che da germi ivi preesistenti. Così se gli ingegnosi apparati destinati a studiare le qualità delle acque alle diverse profondità si adopereranno ad attingere dalle diverse profondità delle quantità di acqua, queste marcate con cura si disporranno in altrettanti bicchieri, che ricoperti da lastra di vetro si terranno esposti alla luce, ma non all'azione diretta

del sole. Dopo essere stati così tenuti per oltre un mese, gli esami comparativi che si istituiranno su quelli, non potranno tardare a presentare sul campo del Microscopio alcune piccole Diatomee ed altre alghe unicellulari. Non potendo questo sviluppo aver luogo in quelle acque se non perchè v'erano dei germi ivi preesistenti, i saggi diversi di acque che avranno presentato tale sviluppo daranno prova che alla profondità, alla quale furono attinte ha luogo la vegetazione.

Che se noi non sappiamo intendere come la vegetazione in genere e in particolare quella delle Diatomee possa aver luogo nella profondità degli oceani oltre il limite della luce, vuolsi ricordare non essere facile cosa il determinare fino a quale profondità possa penetrare l'azione dei raggi luminosi. Però senza timore di andare errati, possiamo fin da ora esser certi che i raggi luminosi e specialmente il raggio turchino fra tutti quelli di altro colore che compongono la luce solare, deve penetrare nel mare a grandissima profondità. Questo ha luogo ad arguirsi dalla circostanza specialmente avverata dalle ingegnose esperienze del Professor Tyndall che il colore turchino accompagna sempre in particolar modo l'acqua di mare prodotto dalle tenuissime particelle calcari che tiene in sospensione; così la detta acqua deve essere eminentemente atta a trasmettere la luce turchina, tendendo invece a precludere il passaggio più o meno ai raggi di ogni altro colore. Oltre di che l'azione della luce in favorire la vegetazione deve certamente riguardarsi come energia chimica, per la quale viene incessantemente decomposto l'acido carbonico con la dissociazione dei suoi due elementi. Ma noi conosciamo perfettamente, che nello spettro luminoso l'energia chimica si distribuisce molto inegualmente, mentre nulla essendo nel raggio rosso e nella parte dello spettro a raggi meno rifratti, l'azione chimica si presenta con la maggiore intensità nella parte dei raggi violetto e turchino, cioè in coincidenza dei raggi di massima refrazione. Nè ciò basta; da esperienze non difficili a ripetersi su un raggio di luce solare decomposto a mezzo del prisma possiamo riconoscere che una sostanza modificabile dalla luce come il cloruro di argento non solo viene notevolmente influenzata dai raggi turchino indaco e violetto, ma altrettanto se non più avviene per parte dei raggi cosidetti estraprismatici ed invisibili, i quali sono resi visibili ai nostri occhi soltanto per mezzo del singolare fenomeno designato dai Fisici con il nome di fluorescenza. Oltre di che non sarei lontano dal credere che l'azione chimica non sia propria soltanto della luce solare, ma appartenga ancora alla luce elettrica; e forse questo può dare la spiegazione della curiosa osservazione fatta da chi era incaricato

della parte botanica nella spedizione Svedese che nel 1872–73 ebbe luogo sotto la direzione del Professore Nordenskjold verso il Polo. Durante la lunghissima notte di oltre duecento giorni, nei quali il sole rimase sempre sotto l'orizzonte, il botanico di quella spedizione raccolse parecchie alghe in stato di fruttificazione, quali mai aveva incontrato in paraggi più favoriti dall'azione dei raggi solari. Nella diuturna notte polare lo splendidissimo fenomeno dell'aurora boreale, che è il solo che venga a diradare le tenebre, forse è ordinato a supplire all'assenza della luce solare favorendo egualmente lo sviluppo della vegetazione.

Ma per quanto lo studio dello Diatomee e di quanto le riguarda debba dirsi assolutamente allo stato d'infanzia, non è che non abbia già acquistato titoli sufficienti perchè non sia riguardato come uno studio inutile ed ozioso. Esso di già può avanzare ragioni alla benemerenza della Scienza per importanti servigi direttamente o per via indiretta a quella prestati. Fra i servigi che indirettamente la Diatomologia prestò alla Scienza, non ultimo certamente è quello di avere potentemente contribuito e promosso i progressi del Microscopio, il quale in breve corso di anni ha raggiunto tale grado di perfezione, quale forse non ebbe finora luogo per verun altro istrumento ottico: e tale progresso ha fatto che il moderno Microscopio acromatico diventasse il più utile e valido mezzo di ricerche in ogni ramo di Scienza sperimentale. I molti perfezionamenti introdotti durante gli ultimi sei lustri nella costruzione del Microscopio devesi attribuire all'impiego delle delicatissime valve silicee quali *test–objects* ossia quali termine di paragone a valutare la relativa bontà e forza dei diversi Microscopi; mentre nel presentare ognora più squisitamente fini dettagli alla risoluzione di quelli stimolarono la gara dei più distinti Ottici e Fabbricatori di Microscopi, i quali si fecero un titolo di onore nel presentare nuovi più potenti e perfetti obiettivi, e più ingegnose ed efficaci modificazioni nell'impiego della illuminazione. Per queste diverse invenzioni e progressivi perfezionamenti si ottenne di mostrare evidentemente così fine particelle, quali alcuni distintissimi Teorici fondati su non sò quale ragionamento hanno fino ad oggi preteso dichiarare *a priori*, che mai alcun Microscopio sarebbe giunto a mostrare, innalzando così altre colonne di Ercole, le quali non meno delle prime furono fortunatamente superate.

Ma il più utile e diretto risultato delle Diatomologìa, di cui la Scienza potè fare suo profitto, è l'insieme di deduzioni diverse che da quella trae la Geologia per la indistruttibilità delle valve silicee delle Diatomee. Tale circostanza fortunatissima fa che le Diatomee non meno che i resti di or-

ganismi animali e vegetali, che ritrovansi sotto terra sepolti e in banchi o strati regolari, servano quali monumenti destinati ad elucidare la storia della Terra, come appunto le antiche monete o medaglie e le rozze armi ed utensili di pietra ed un frantumo di vile opera figulina sono un prezioso documento allo Storico e forse l'unico mezzo a diradare le fitte tenebre che avvolgono la memoria dei popoli primitivi. Quantunque eccessivamente minimi siano questi organismi silicei, le spoglie delle Diatomee, che al dire di Ehrenberg nel numero di cento milioni appena arrivano al peso di un grano, in moltissime località con il loro prodigioso accumulamento formano degli enormi banchi geologici della estensione talvolta di più centinaia di miglia, i quali nella profondità di molti metri sono interamente costituiti dalle minime valve silicee di Diatomee e da altri organismi microscopici, che vissero in altri tempi. Nel principio di questo nostro ragionamento abbiamo già citato l'autorevolissima testimonianza del D.r Hooker, che a bordo dell'Erebus visitò l'enorme banco di Victoria Barrier, al quale assegna l'estensione di 480 miglia di lunghezza e 120 di larghezza, e che dice quasi interamente formato di Diatomee. Moltissimi altri esempi potremmo citare appoggiati all'autorità di Geologi e Viaggiatori distinti, che parlano di simili maravigliosi accumulamenti. Ma noi non abbiamo bisogno di ricercare in lontani paesi ciò che possiamo vedere in casa nostra nella nostra Italia.

Chi è che non conosca la così detta farina di Santa Fiora nella vicina Toscana? Questo materiale la di cui incomparabile finezza leggerezza e candore fece giustamente nominare farina perchè tale da scambiarsi facilissimamente con il più bel fiore di farina, si sà non consistere in altro che in miriadi infinite di valve silicee di Diatomee palustri, che in immensa copia si produssero o vegetarono sul Monte Amiata, di guisa che si progettò di utilizzare quel materiale per la fabbricazione di laterizi, che al pregio di essere refrattari all'azione del fuoco avrebbero congiunto quello della grande leggerezza specifica, per la quale avrebbero potuto galleggiare su l'acqua. Nel confine fra la Romagna e le Marche, Mondaino era da grande tempo indicato alla curiosità dei Geologi e dei cultori della Paleontologia per i suoi scisti ittiolitici, dei quali il primo piccolo saggio giunse in mie mani gentilmente favoritomi dall'illustre Professore Giuseppe Meneghini insieme a saggi di deposito delle Zolfatare di Sicilia, perchè ne avessi istituito un esame microscopico. Tale materiale delle suindicate provenienze posto convenientemente sotto il Microscopio mi si mostrò al momento interamente constare di resti di Diatomee, di Foraminifere e di Policistine, e questo mi determinò a visitare quella località per riconoscere la formazione, la giacitura, e la succes-

sione di quelli strati. Così potei sul luogo visitare molti banchi paralleli alternanti con strati di marne mioceniche, e tutta quella formazione attraversa il monte sul quale si erge Mondaino, e misurai lo spessore dei diversi strati che presi insieme non costituiscono meno di due metri. In seguito ebbi prova del proseguimento dell'identica formazione a traverso la valle del fiume Foglia (l'antico Isauro) nel vicino territorio di Urbino a Monte Fabbri e a Petriano, come pure nei confini e nella direzione della Romagna a Montefiore a Gemmano, e fino alla valle del Serio, come mi fece conoscere il Ch. Geologo Scarabelli, fornendomi materiali tratti da Fermignano e da Montevecchio. L'avere io in appresso riconosciuto l'istesse forme di Diatomee marine del deposito di Mondaino fra gli scisti ittiolitici e le filliti delle Gessaje di Scapezzano e Sant'Angelo sopra Senigallia, che furono illustrate dal Massalongo e dallo Scarabelli, mi è argomento a ritenere che probabilmente trattisi sempre di un'istessa formazione, che per lo meno dalla valle del Serio sopra Cesena continua oltre quella del Misa a Senigallia. Che se a Fano nella bella valle del Metauro finora non si riconobbe traccia della continuazione di quella formazione, questo accade perchè in quella località lo strato non mantiene l'orizzontalità, ma si deprime rilevandosi in seguito, rimanendo ivi ricoperto dalle ghiaje e dal più moderno terreno alluvionale. Il Ch. Prof. Silvestri ha scoperto l'importantissimo fatto che tutte le zolfatare di Sicilia presentano lo zolfo disposto in grandi bacini, il fondo dei quali non è formato che da ammassi di resti di Diatomee, che io ebbi per il primo il piacere di determinare e che riconobbi per specie marine, le quali in seguito sono state parimenti riconosciute da Ehrenberg. In questa circostanza ha avuto luogo una osservazione da intricare grandemente i Geologi. Nelle ripetute volte nelle quali ho avuto da esaminare materiali di quelle provenienze, non una sola volta mi è accaduto poter notare alcuna forma di Diatomea, che non fosse fuori di alcun dubbio marina. Questo risultato io ho avuto costantemente nell'esame dei depositi di Recalmuto e di Caltanisetta. Eppure il Ch. Professore Silvestri mi asseriva che i resti e le impronte dei pesci che si incontrano in quelli depositi sono certamente tutti di acqua dolce.

Ecco dunque un esempio che vi dimostra come la determinazione di alcune minime forme organiche, quali le Diatomee, ci riportano all'epoca primitiva della formazione dello strato geologico nel quale si incontrano, e ci narrano le circostanze nelle quali quella ebbe luogo; recando così nuova inattesa luce su l'origine dello zolfo o di altro deposito o di qualsivoglia altra formazione. Così dall'avere riconosciuto numerose specie di Diatomee marine unite a di-

verse forme di acqua dolce, prima in un saggio di lignite da me estratta da una vena che attraversava un banco di salgemma nelle saline di Vieliczka, quindi parimente in un lievissimo stratarello di lignite giacente in terreno di formazione marina del miocene inferiore nel territorio di Urbino, ne dedussi la conseguenza, che quei combustibili dovevano risultare da ammassi di alghe marine e di detriti che furono soggetti ad influenze fluviatili o palustri, e che necessariamente le Diatomee dovettero vivere ed esistere coetanee a quelle formazioni, cioè dovettero vegetare contemporanee al miocene inferiore. Da quelle osservazioni legittima ne discende la conseguenza, che non sempre la lignite rappresenta un masso di legno che lentamente subì la carbonizzazione, mentre in tale caso non si saprebbe spiegare in quella la presenza delle Diatomee; ma invece si riconosce che frequentemente come nei due casi suaccennati la lignite è un accumulamento di sostanza vegetale risultante da alghe e loro spoglie e da detriti organici.

Ma un risultato di maggiore rilevanza nell'interesse della Scienza Geologica e della Biologia, al quale mi ha portato lo studio speciale delle Diatomee, fu quello che spontaneo discese da ricerche da me istituite intorno il carbon fossile. Allorchè, mosso da un punto di vista teorico, per il quale dicevo che le Diatomee per lo meno avevano dovuto coesistere con i primi esseri viventi nelle acque, mi sforzavo provare la grande antichità di quelle, potei ottenere il mio intento nello scoprire la presenza delle valve silicee di esse in una scheggia di carbon fossile di Liverpool, poi in un saggio di carbone di Newcastle, quindi in quello di Saint Etienne e finalmente nel Cannelcoal di Scozia, cioè in quanti io ne ho fino ad ora istituito l'esame. Tale coincidenza delle valve di Diatomee in carbon fossile di quattro diverse provenienze, non è solamente prova convincente della incommensurabile antichità di quelle, che dovettero esistere dai primordii dell'epoea paleozoica, ma parmi ancora fornire una dimostrazione la più convincente che la formazione del carbone non fu interamente subaerea, e che l'umidità soverchia se non pure l'acqua e la condizione palustre del terreno che accoglieva le morte spoglie dei vegetali delle primitive foreste, dovette accompagnar sempre se non anche contribuire alla lenta carbonizzazione di quelle. In tale circostanza tutte le diverse forme di Diatomee che si schierarono innanzi agli occhi miei furono tali da non presentarmi la minima divergenza di caratteri con quelle attualmente viventi. Non mi fu dato vedere alcuna forma nuova, nè alcuna mi si presentò da far notare modificazione di sorta, che abbia avuto luogo durante una così enormemente lunga successione di secoli nella interessante famiglia

delle Diatomee o anche in alcuna sua specie. Fino ad ora noi non abbiamo potuto incontrare nella formazione e nell'epoca del carbone alcun organismo vegetale o animale da identificarsi esattamente e con tutta certezza con le specie nostre contemporanee. Quindi ebbe origine l'opinione di Cuvier, che a ciascuna epoca corrisponda un diverso quadro di creazione. Perciò fu una fortunatissima circostanza quella che le forme indestruttibili delle Diatomee s' incontrassero rinserrate in un materiale decomponibile con mezzi che non avessero presa su la silice: mentre vi sarebbero roccie e formazioni diverse, nelle quali saremmo quasi certi incontrare Diatomee, se non fossero cementate dalla silice stessa o da altra sostanza, che dovrebbe essere attaccata da agenti che in pari tempo non rispetterebbero le delicatissime valve silicee di questi minimi organismi. Nel fatto pertanto della assoluta identità delle Diatomee dell'epoca del carbone abbiamo novella prova della fissità della specie quale legge generale biologica. Gli esempi e le prove, che noi potevamo dare, della costanza e della immutabilità di tale legge non poteva avere una sanzione storica tale, cui gli oppositori (per quanto essi alla loro volta fossero in assoluta deficienza di tale conferma alla loro ipotesi) opponevano essere quella di un periodo troppo breve, sfidandoci a citare esempi molto più antichi. Ed ecco che la Paleontologìa può registrare un fatto perfettamente avverato appartenente ad un' epoca, che nessuno apporrà di troppo vicina a noi, rimontando ai primordii dell'epoca paleozoica. Che se voglia opporsi, che la semplicità di organizzazione delle Diatomee le rende meno suscettibili di aberrazione dalla forma tipica, risponderò che tale argomento può valere soltanto per la produzione di mostruosità: ma credo che un tipo debba tanto più tenacemente mantenersi nei confini della specie, quanto quello si ritrovi più altolocato nella scala dell'organizzazione. Intendo con questo servirmi di una argomentazione *a minori ad majus*; ma a parlare più giusto la fissità della specie nelle Diatomee è la manifestazione di una legge, che informa e regge tutta la creazione.

Ma io non rifinirei se volessi mettermi su tale terreno; però non mi mancherà occasione per trattare questa materia per l'attinenza che può avere con il mio argomento. In ogni modo credo che quanto ho finora discorso sia più che sufficiente a far conoscere quanti importanti problemi sia chiamato a risolvere lo studio delle Diatomee e a far toccar con mano l' importanza di quello.

PRIMI RISULTATI DELLE OSSERVAZIONI FATTE IN ROMA ED IN ROCCA DI PAPA SULLE OSCILLAZIONI MICROSCOPICHE DEI PENDOLI

ESPERIENZE E RAGIONAMENTI

DEL CAV. PROF. MICHELE STEFANO DE ROSSI

I lavori pubblicati dal Bertelli sullo studio da esso fatto intorno ai moti microscopici del pendolo, e le obbiezioni opposte dal Monte alla interpretazione che ne dà il suddetto Bertelli, mi dispensano dal riassumere lo stato della quistione. Il mondo scientifico ne è da quei varii e ripetuti scritti abbastanza informato. Che i pendoli di qualsivoglia peso e lunghezza chiusi e custoditi nel miglior modo, ed anche nel miglior modo solidamente sostenuti in luoghi tranquilli dei fabbricati, si veggano col microscopio spessissimo oscillare, non è punto controverso. La controversia nasce sulla causa di tal movimento. Il Bertelli con molte esperienze, e ragioni l'attribuisce a movimenti microscopici del suolo dipendenti da azioni endogene telluriche. Li crede egli fenomeni dell'ordine sismico e li appella perciò moti microsismici. Il Monte al contrario l'attribuisce ad azioni esogene dell'atmosfera, del calore, degl' urti meccanici artificiali e fortuiti. Inoltre questi anche opina che qualora si dimostrasse essere veramente il suolo che vibra, tal vibrazione sarebbe prodotta dai medesimi predetti agenti esogeni, giammai da interne commozioni telluriche.

L'argomento come ognuno vede è di tale importanza, che non può esser lasciato quasi in abbandono alla controversia di due soli studiosi senza interessarsene per il bene della scienza. L'opinione del Bertelli è sostenuta anche in Francia dal D'Abbadie e per l'addietro ad intervalli occupò la mente di qualche fisico come il Bertelli stesso riferisce in una delle sue dotte memorie (1). Era quindi desiderabile che taluno tentasse esperimenti nuovi in condizioni eccezionalmente e scrupolosamente ricercate per chiarire il pro-

(1) Appunti storici sui moti spontanei dei pendoli. V. Atti della Pontificia Accademia de'Nuovi Lincei T. XXV.

blema. A me fu data l'opportunità delle predette fortunate condizioni e volli profittarne. Quindi è chiarissimo che le conclusioni le quali discenderanno dai miei studi non favoriranno giammai una sentenza, verso la quale l'amor proprio possa farmi propendere. Presento il risultato di sette in ottomila osservazioni fatte dal Luglio 1874 al Febbraio 1875; la quale serie di osservazioni era per me indifferente chè mi conducesse ad uno o ad un altro risultato.

Nella esposizione delle mie ricerche voglio esser breve ed evitare la lunga e nojosa enumerazione degli argomenti *pro* e *contra* intorno ai vari punti. Perciò ho divisato separare la esposizione dei fatti dai ragionamenti sui medesimi, lo che servirà a lasciar libera la mente del lettore, il quale o prevederà e farà quasi sue le mie conclusioni, o leggerà le mie paragonandole ad altri concetti che l'esame dei fatti possa avergli suscitato.

§. 1.

Descrizione del metodo seguito negli esperimenti

Volendo osservare le oscillazioni dei pendoli, la prima cura dovea esser volta a togliere di mezzo i dubbi che potevano sorgere dalla collocazione dei medesimi nell'interno dei fabbricati, od in prossimità delle pubbliche vie frequentate dai carri. Era quindi da cercare un luogo remoto dalle vie ed ivi collocare i pendoli e nel fabbricato e sotterra, onde paragonarne i movimenti. Profittai perciò della mia villeggiatura estiva in Rocca di Papa. Questo luogo, collocato quasi alla sommità del labbro del centrale cratere dello spento sistema vulcanico laziale a 700 e più metri sopra il livello del mare, non solo non è frequentato dai carri, ma possiede una sola erta via, per la quale possono soltanto avvicinarsi pochi carri e vetture nella parte più bassa del caseggiato, cioè a 50 metri di distanza in altezza, e per lo meno a mezzo chilometro in pianta dalla mia dimora. Stimai opportuna la stagione estiva appunto perchè sapeva dall'esperienza del Bertelli essere il tempo di minima oscillazione dei pendoli, e perchè la calma dell'atmosfera in quella stagione dovea certamente rendere assai meno energica, se avesse esistito, l'azione delle correnti aeree. D'altra parte però le variazioni di temperatura assai forti in paese montagnoso nell'estate, nei varii periodi della giornata avrebbero dovuto rendermi assai manifeste le azioni di piccole correnti aeree, non che gli effetti di dilatazione e di ristringimento dei muri e delle rocce. Pensai inoltre che sarebbe stato opportuno lo stabilire confronti sopra pendoli di-

versi fra loro in peso ed in lunghezza. Collocai perciò nel fabbricato in un punto assai interno e solido un primo pendolo ben chiuso e da potersi osservare col microscopio attraverso ad un cristallo. Questo pendeva da un ferro profondamente infitto nel muro; era composto di un filo metallico estremamente fino e appena capace di sostenere il pendolo del peso di 100 grammi. Le condizioni del luogo erano ottime relativamente alla solidità, perchè ivi il fabbricato elevasi appena a soli 6 metri dal suolo, ed è fondato sopra un duro strato di lava basaltina; l' osservazione però non potea esser fatta in più di un piano.

Un secondo pendolo lungo metro 1. 20 con simile filo e con peso di soli 18 grammi collocai sotterra in condizioni diversissime. A circa 15 metri più in alto della casa esiste un cunicolo scavato nel monte attraverso a molti strati di lava alternantisi con altrettanti strati formati dalle proprie scorie. Per la forte pendenza del versante, dopo poco, il cunicolo si trova a grande profondità nelle viscere del monte. Non avendo poi esso uscita nè ramificazioni, l'aria interna vi è sì quieta, che nei momenti della maggior furia del vento esteriore, la fiamma della candela punto non tremola. Ivi il predetto pendolo è collocato in una nicchia scavata nel masso vivo a circa quindici metri di distanza dall'ingresso, pendendo il filo dall'undecimo strato della lava predetta. Oltre a ciò è esso custodito entro un tubo di latta terminante in un altro di cristallo, dall' esterno del quale si avvicina il microscopio. Le osservazioni possono ivi esser fatte nel piano SO–NE e nel piano NO–SE.

In un altra grotta ho collocato non un terzo pendolo, ma un gruppo di cinque pendoli diversi. Il primo di essi ho voluto renderlo in tutto simile all'adoperato dal Bertelli in Firenze. Questo è lungo metri 3. 30 di sottil filo metallico, ma alquanto più grosso degli altri, acciò potesse sostenere il peso di 11, 900 grammi. Infatti la sottigliezza del filo è tale in proporzione del peso, che nelle molte prove di tensione a cui l' ho assoggettato per molti giorni, prima di adoperarlo nell'istrumento, ha dovuto spezzarsi più volte. Sotto il peso ho collocato verticalmente un ago. Al di sotto di questo pendolo ho scavato nella viva roccia un piccolo pozzo con gradini per accedere al fondo, dove ho posto un blocco di dura pietra locale, detta *sperone*, sul quale ho infisso un altro ago, che colla sua punta feci coincidere colla punta pendente dal peso del pendolo, quando mi riuscì di trovarlo perfettamente tranquillo guardandolo col microscopio da quattro lati. Tutto questo apparecchio, come l'altro prima descritto, è chiuso in un tubo terminato in cristallo. Quattro supporti fissi di muratura assicurano la collocazione del microscopio per

osservare sopra quattro piani, che siano perfettamente e costantemente i medesimi. Questo apparecchio trovasi nel perfetto mezzo dell'ampia grotta, la quale non è come il cunicolo predetto scavata nella lava, ma in un durissimo ammasso di scoria minuta detta *rapello*, che costituisce uno strato tufaceo della potenza media di cinque o sei metri, e che riposa sopra strati di lava sottostanti, neanche in livello cotesta grotta trovasi parificata col cunicolo o colla casa, ma è situata invece in un piano intermedio fra i due punti predetti. La profondità orizzontale dell' antro al punto ove si trova l'istrumento, non supera i 10 metri dall'ingresso.

Gli altri quattro pendoli situati nella medesima grotta pendono dalle pareti, ove ho tagliati quattro piccoli incavi verticali che ho rivestiti di condotti di terra cotta, i quali servono di custodia ai pendoli e terminano come gli altri in porzioni di cristallo per l'applicazione del microscopio. Di questi quattro pendoli due sono lunghi un metro, gli altri due metri. I pesi però, che essi sostengono, sono di 100 e di 200 grammi alternati in modo, che i due pesi simili pendono da due fili di lunghezza diversa, cioè dai due fili di un metro pendono i 100 e i 200 grammi: e così parimenti dai fili di due metri pendono altresì pesi di 100 e di 200 grammi.

Ora descriverò il metodo seguito nelle osservazioni; ma prima voglio terminare la relazione di quanto concerne la collocazione degli istrumenti. Io ho lasciato la dimora di Rocca di Papa verso la metà del Novembre, dopo aver istruito una persona adatta a continuare le osservazioni nell' inverno. Rientrato in Roma volli studiare le differenze fra le oscillazioni che si sarebbero verificate nel tranquillo osservatorio sotterraneo di Rocca di Papa e le oscillazioni che si sarebbero verificate nella mia abitazione in città, in luogo frequentato continuamente dai carri e vetture ed in mezzo agli scuotimenti ordinari, cui vanno soggette le abitazioni cittadine di molti piani. Ivi scelsi un luogo solido e tranquillo per quanto si poteva, cioè un muro principale dell'edificio, medio fra la facciata sulla via e la facciata interna sul cortile, parallelo alle medesime, per evitare gli urti, che i muri normali alla via e che trovansi innestati alla facciata debbono necessariamente ricevere dalla immediata connessione colla publica via. È però da notare che la mia abitazione trovasi in una piazza e perciò il passaggio dei veicoli non si fa rasentando gli edifici. Ivi nel Decembre e nel Gennaio ho osservato un pendolo lungo circa un metro e portante un peso di 52 gr. Dal primo di Febraio in poi ho mutato l'apparecchio e vi ho sostituito un peso di 100 gr. con un filo lungo m. 1.40. Da ultimo per completare i confronti ho testè

organizzato in Roma stessa un altro osservatorio le cui favorevoli condizioni eccedono di gran lunga tutte le descritte finora. Ho profittato della opportunità che io ho di frequentare le Catacombe Romane ossia i Cemeteri degli antichi cristiani. Ivi come tutti sanno io coadiuvo il mio fratello Gio. Batt. archeologo, nella parte geologica ed architettonica dello studio e della publicazione della Roma sotterranea. Quindi mi è stato facile lo scegliere un luogo nelle più profonde viscere del suolo suburbano. A due miglia da Roma nella campagna fra la Via Appia e la via Ardeatina si svolge sotterra il celeberrimo Cemetero di Callisto, scavato in tre piani sottoposti l'uno all'altro entro gli strati del noto tufa vulcanico romano. Il primo ed il secondo piano della escavazione costituiscono una vasta e complicata rete di cunicoli. Ma il terzo che è profondissimo ed il cui piano trovasi in media a 25 metri di profondità dalla superficie, suole svolgersi a piccoli gruppi di gallerie cui si accede da piccole scale interne dal solo secondo piano senza continuazione diretta dalle medesime fino alla superficie del suolo. Questa disposizione della escavazione è opportunissima al nostro studio; il poco svolgimento delle gallerie non permette una circolazione all'aria la quale non può formarvi correnti; quindi l'aria è immobile e la temperatura è oltremodo costante. Ma fra i vari nuclei di questo terzo piano uno ve ne ha che è unico nel suo genere e sembra preparato con grande dispendio dagli antichi cristiani per comodo dei nostri studi. L'escavazione del terzo piano nel punto prescelto consiste nella sola scala, che mette ad una sola breve ed angusta galleria ove nè una tomba fu scavata nè verun braccio laterale. Le proporzioni del taglio piccole in larghezza assai lunghe nell'altezza, mi hanno permesso di collocarvi un pendolo lungo circa tre metri. Esso è collocato e custodito, come gli altri sopra descritti. Il punto di sospensione dalla viva roccia, che è il quarto strato di tufa granulare, trovasi a 15 metri di profondità sotto terra; e perciò a circa 18 metri è il punto dell'osservazione. Questo nuovo osservatorio, organizzato da pochissimo tempo, non possiede ancora una lunga serie di osservazioni, e perciò non avrei io voluto dare alla luce i primi risultati dei miei esperimenti, prima di averli estesi per qualche tempo anche in questo luogo. Ma altre considerazioni e sopratutto il desiderio di coloro i quali hanno visitato il mio osservatorio estivo di Rocca di Papa, mi hanno fatto decidere di pubblicare intanto i fatti osservati; tanto più che le osservazioni già fatte nelle catacombe, quantunque poche finora, concordano però perfettamente con i risultati ottenuti con gli altri apparecchi prima descritti.

Tanto in Roma che in Rocca di Papa ho procurato fare spessissime osser-

vazioni. La distanza però dei luoghi, ove stavano gli apparecchi, non mi ha permesso di fare giammai osservazioni contemporanee, anche perchè disponeva di un solo microscopio. Per la medesima ragione non ho negli specchi indicato l'orientazione del piano d'osservazione. Imperocchè avendomi dimostrato l'esperienza che esso muta talvolta anche bruscamente all'improvviso per la distanza di tempo necessariamente frapposta fra una osservazione e l'altra, questo dato diveniva incerto e di niun valore. Ho procurato però almeno tre volte nella giornata, intorno cioè alle 9 ant. alle 12 ed alle 4 pom. fare osservazioni immediatamente successive in tutti i pendoli. Siffatte osservazioni sono espresse graficamente negli specchi, che seguono, mediante i punti e le linee che riproducendo le divisioni della scala micrometrica del microscopio, rappresentano la quantità di escursione oscillatoria dei pendoli. Per ciascun giorno e per ciascun pendolo ho scelto tre osservazioni rappresentanti i tre massimi incontrati. Allorchè il pendolo fu trovato sempre tranquillo, ho notato tre ore di osservazione scelte a caso, alle quali non corrispondendo segnata veruna frazione della scala predetta è facile capire che l'istrumento fu trovato in perfetta tranquillità. Allorchè l'osservazione è mancata, una lineola occupa il posto dell'ora, e lo zero significa che in tutte le osservazioni fu trovato in quiete perfetta.

La scala micrometrica da me adoperata corrisponde al vero come 1 a 30, cioè per ogni millimetro di oscillazione, trenta linee della scala sarebbero state percorse; e perciò ogni linea della scala percorsa dal filo oscillante, corrispondeva ad $\frac{1}{30}$ di millimetro. Questa linea del micrometro e questo $\frac{1}{30}$ nel quadro grafico è rappresentato dallo spazio compreso fra due linee: i punti dividono questi spazi in quattro parti.

Ho diviso la lunga serie delle osservazioni in tre specchi corrispondenti a tre periodi diversi. Il primo periodo comincia col 1 Luglio e termina ai 20 di Agosto. In questo tempo le osservazioni furono fatte in Rocca di Papa soltanto nell'abitazione e nel cunicolo, che ho descritto, non essendo ancora in pronto gli istrumenti nella grotta maggiore. Il secondo periodo, e secondo specchio, comprendono le osservazioni fatte dal 21 Agosto all'8 Decembre nei due luoghi suddetti e nella grotta maggiore. Ivi però quantunque si osservassero cinque pendoli, come sopra ho detto, ho rappresentato graficamente negli specchi le sole osservazioni fatte al grande pendolo di 11,900 grammi; delle altre basterà render conto a parole nella esposizione dei fatti. In questo periodo poi devesi notare che dall'11 Novembre all'8 Decembre le osservazioni si troveranno ridotte ad una sola sul mezzodì fatta sopra quest'ultimo pen-

dolo maggiore. Ciò è avvenuto, perchè avendo io lasciato la villeggiatura, la persona incaricata delle osservazioni non potea dedicarvi altro tempo. Nel terzo periodo, che comincia all'8 Decembre 1874 e giunge fino alla fine di Febbraio 1875, le osservazioni di Rocca di Papa continuano, come si è detto, nel solo mezzodì. Sono esse però confrontate con le osservazioni direi quasi innumerevoli fatte in Roma, delle quali i tre massimi quotidiani sono rappresentati graficamente nello specchio. Questi però, come si vede dalle ore, sono scelti in guisa, che ciascuno rappresenta la massima oscillazione vista nel pendolo dentro sei ore. Quindi la giornata d'osservazione resta divisa in tre periodi di sei ore ciascuno, cioè dalle 6 ant. al mezzogiorno, dalle 12 alle 6 pom. e dalle 6 pom. alla mezzanotte.

In tutti i tre specchi ho dedicato uno scompartimento ad indicare i giorni, nei quali si verificò notevole agitazione nel sismometro vesuviano, e nei pendoli tromometrici simili al mio osservati dal Bertelli in Firenze e dal Malvasia in Bologna. Quivi le lettere F, B, V, come ognuno intende, sono le iniziali, che additano Firenze, Bologna, Vesuvio.

Un altro scompartimento rappresenta in un modo convenzionale quasi equivalente ad una curva, il crescere e calare della pressione atmosferica. Il segno + ed il segno – indicano lo stato del barometro osservato in Roma, al mezzodì all'Osservatorio del Collegio Romano e ridotto a 0 ed al livello del mare, superiore (+) od inferiore (–) al 760. L'essere poi il segno collocato alla destra od alla sinistra indica essere la pressione cresciuta o diminuita relativamente al giorno innanzi: l'assenza del segno indica l'esser rimasto il barometro stazionario nel posto del giorno antecedente. Questo metodo ho adottato per esprimere l'andamento barometrico a colpo d'occhio con economia di spazio.

Da ultimo una colonna è dedicata a rappresentare le relazioni fra le osservate oscillazioni microscopiche ed i terremoti più notevoli avvenuti nel periodo delle osservazioni medesime. In ciò fare ho adottato un sistema dal quale risultasse la scelta, completa nel suo genere e perciò atta ai confronti. Ho trascurato tutti i terremoti i quali per la loro estrema leggerezza e per essere stati avvertiti solamente dai sismografi o da poche persone appartengono al 1° e 2° grado della scala delle intensità da me adottata (1). Di questo genere di scosse sarebbe difficile aver un computo esatto anche se in tutta Italia fossero numerosissimi i sismografi ed i sismologi, Ma nel difetto

(1) V. Bull. del Vulcanismo Italiano, Gennaio 1874.

di tali osservazioni essendo cosa certissima che i terremotl di quest'ordine di cui ci perviene notizia non rappresentano che frazioni slegate di una serie che dovrebbe essere assai più numerosa, meglio è non annoverarli in questo lavoro. Li ho però registrati quante volte il loro ripetersi in breve giro di ore, l'apparire a piccola distanza di tempo in molti punti della penisola, ed il far parte di un periodo di terremoti di qualche intensità, ha loro manifestamente attribuito una importanza. I terremoti notevoli adunque che io registro sono tali o per la loro forza, o per il loro numero a brevi intervalli, o per la loro quasi contemporaneità in luoghi distanti. Del resto se a taluno sembrasse troppo arbitrario questo mio metodo sospenda il giudizio fino al punto nel quale leggendo questo ragionamento dovrà persuadersi che il risultato che ne discende dimostra il metodo esser stato acconcio ad estrarre dalla serie dei terremoti i veramente spettanti ad un ordine speciale.

§. II.

Esposizione dei fatti
risultanti dalle osservazioni rappresentate dai tre specchi

Prima di guidare l'occhio del lettore sulle tavole , sembrami opportuno premettere la descrizione dei fatti osservati nelle oscillazioni, e che non sono nè possono esser dimostrati nei riferiti specchi. Niuno dubita come sopra ho detto della esistenza di moti microscopici nei pendoli; ma taluno potrebbe dubitare invece che giammai si verifichi in essi la più perfetta tranquillità a cagione della estrema loro disposizione a subire l'effetto di urti anche menomissimi ed aerei. Ciò appunto ammirava il ch. P. Angelo Secchi in una delle visite delle quali onorò il mio osservatorio sotterraneo. I periodi di quiete perfetta si verificano ed in estate ed in inverno e sotterra e nei fabbricati. Si verificano pure durante lo spirare di venti gagliardi e si di giorno come di notte. Spessissimo il pendolo è immobile nelle ore diurne in Roma quando le vetture corrono per la via e nella casa si muovono gli abitanti, per poi cominciare le oscillazioni a tarda notte allorchè tutto tace e nella via e nell'interno dell'edificio.

I periodi di calma alternano poi coi periodi di agitazione la quale cresce e cala continuamente, mentre nella somma aumenta verso il suo apogeo di moto, e dopo questo cresce e cala intermittentemente volgendo però alla tranquillità, che riacquista dentro uno spazio di tempo assai variabile.

Le oscillazioni subiscono le medesime fasi ed hanno la medesima energia sottoterra che nel fabbricato, e tanto in Rocca di Papa quanto in Roma. Molte volte ho durato nell'osservazione lungo tempo e perfino qualche ora continua e sotto l'influenza di diverso stato meteorico. Col forte vento ho visto i pendoli assai incerti e restii a prendere piccole oscillazioni ; col tempo calmo l'ho visti attivi, sensibili e pronti a bizzarre variazioni. Anche il contrario di ciò ho verificato più volte. La stessa calma o movimento ho visti inalterati nell'avvicinarsi e nello scoppiare di furiosi temporali estivi, i quali poi sui monti hanno una intensità assai considerevole.

Ma ciò che nelle lunghe osservazioni ho meglio accertato è stato il variare capriccioso delle ondulazioni. Spesso si vede l'oscillazione durare lungo tempo costante nell' ampiezza della escursione, variando però di molto la celerità della corsa ossia il numero delle pulsazioni in un medesimo dato tempo. Talvolta si vede crescere o calare gradatamente l' ampiezza della oscillazione e talvolta si vede ciò avvenire bruscamente e di salto. Non è raro perfino veder trasportarsi momentaneamente il centro della oscillazione.

Citerò ad esempio ciò che vidi specialmente nelle osservazioni fatte sopra i pendoli sotterranei ai 6 ai 14 ed ai 15 Settembre, alle 4. 30 p, alle 6. 30 a. ed alle 11 ant. In queste tre osservazioni il pendolo fu trovato tranquillo ed immobile: ma mentre io lo guardava si vide tremare come per un urto ricevuto e partire in oscillazione decisa senza aver dato segno di moto preconcepito per impulsi graduali. Talvolta al contrario mi sono stati visibilissimi i conati del pendolo a concepire un moto che poi non si è manifestato.

Spessissimo poi avviene di osservare vibrazioni e tremiti nel filo del pendolo tanto oscillante quanto tranquillo ed immobile. In questi casi per lo più quel tremito non lascia traccia di se, ossia non altera la quantità e qualità dell'oscillazione se vi era, nè la produce se mancava.

Questi sono i fatti principali constatati relativamente all'apparente forma delle oscillazioni. Fra questi fatti però ho citato lo spostamento dal centro di oscillazione, che equivale a mutazione della verticale; e che perciò merita speciale dilucidazione. Di due specie mi si è presentato questo spostamento, sempre però assai microscopico. Comparisce esso talvolta istantaneo durante le grandi oscillazioni, come sopra ho detto. In questo caso esso non supera poche divisioni del micrometro cioè pochi $\frac{1}{10}$ di millimetro nel pendolo più lungo. Una sola volta sembrò avvicinarsi istantaneamente al $\frac{1}{2}$ millimetro. Veggo poi uno spostamento progressivo con pochi ritorni indietro a lungo periodo nel pendolo lungo collocato sotterra. Di questo ora non vo-

glio occuparmi nè ragionare, perchè l'esperienza è troppo breve e ne occorre un anno almeno traversando tutte le stagioni. Un tempo minore non mi fornirebbe dati sufficienti per intraprendere l'analisi del fenomeno.

Lasciando ora i fatti non visibili negli specchi delle osservazioni, passiamo agli altri verificabili sulle tavole, che saranno perciò al lettore più graditi. Ivi a colpo d'occhio si apprende l'esistenza sopra accennata dei periodi di moto alternata dai periodi di quiete e si vede pure, guardando la serie delle osservazioni fatte sul pendolo maggiore nella grotta di Rocca di Papa, che è ben diversa la sua disposizione al moto nei mesi dell'autunno cadente e dell'inverno, che in quelli della estate.

Apparisce altresì a prima vista confrontando le oscillazioni dei vari pendoli fra loro che, salve poche eccezioni, i periodi di moto sono contemporanei per tutti, tanto cioè per i collocati nel fabbricato, quanto per i situati nei due diversi sotterranei. Vedesi pure nel Decembre, Gennaio, e Febrajo che malgrado la scarsezza delle osservazioni fatte alla Rocca, i periodi di moto e di quiete coincidono perfettamente nella grotta laziale e nella mia casa di Roma.

Ma vieppiù interessante sarà il notare l'altro fatto che chiaro risulta dallo specchio, coincidere cioè per la massima parte i giorni di agitazione nei pendoli di Rocca di Papa e di Roma coi giorni similmente agitati a Firenze ed a Bologna secondo le osservazioni del Bertelli e del Malvasia, e quel che è più ancora colle indicazioni del Sismografo vesuviano, quali furono pubblicate dal Palmieri nel Bullettino del Club Alpino.

Facciamoci ad esaminare più addentro questi periodi di agitazione microscopica dei pendoli. Si noti come i varîi pendoli messi a confronto fra loro quantunque, tranne poche eccezioni, si agitino e si tranquillizzino ne'medesimi giorni, non raggiungono però nelle medesime ore i loro massimi. Vero è che, come sopra ho avvertito, non potei fare osservazioni assolutamente contemporanee, ma ad assicurarmi di ciò ne ho fatte tante quasi contemporanee da non poter temere di affermare che i massimi della quiete e del moto non furono mai raggiunti contemporaneamente dai pendoli diversi. E qui debbo render conto delle osservazioni fatte nei 5 pendoli della grotta maggiore dei quali non ho delineato le fasi. Questi pendoli avea specialmente dedicato allo studio delle relazioni fra loro dei moti nel medesimo tempo. Osservazioni speciali per questo scopo ho fatte tre volte al giorno e posso assicurare di non aver giammai trovato l'accordo assoluto nello stesso istante, fra i 5 pendoli, mentre però l'accordo era mirabile nell'andamento generale del periodo d'agitazione.

Ma qui debbo riferire il più luminoso esperimento da me istituito per assicurarmi di questo fatto nei suoi più minuti particolari. Ho detto sopra che nel Gennajo ho osservato con pendolo diverso da quello che ho poi adoperato nel Febbrajo. Alla fine di Gennajo ambedue i pendoli erano montati ed io faceva su questi nuove osservazioni di confronto con i medesimi risultati che avea già ottenuto sopra i 5 pendoli sotterranei di Rocca di Papa. A dì 30 Gennajo ambedue si mostravano piuttosto tranquilli. Verso le 10. 30 pom. però m'avvidi che il movimento s'accresceva rapidamente nel pendolo usato nel Gennajo e che nel nuovo non si manifestava uguale tendenza all'agitazione violenta. Provai allora per lo spazio di un ora di fare osservazioni assai celeri ritornando al primo osservato innanzi di registrare le cifre. Con questo mezzo io poteva verificare se e quale variazione fosse avvenuta nel brevissimo tempo della osservazione.

Ecco lo specchio dei dati dal quale risulta a prima vista che durante questa esperienza dominava una legge inversa negli effetti subiti dai due pendoli. Imperocchè costantemente mentre l'uno aumentava l'oscillazione l'altro la perdeva e viceversa.

UN' ORA DI CONTINUA OSSERVAZIONE SOPRA DUE PENDOLI

Ore	Pendolo di 95 c. a gr. 52	Pendolo di m. 1.40 e gr. 100	Ritorno al Pendolo di 95. c. e gr. 52
11·15 p.	2·50	1·25	—
11·20	4·00	2·00	4·00
11·25	4·00	1·50	4·00
14·27 ½	3·00	(Fermo)	4·00
11·30	2·75	1·00	2·75
11·32 ½	4·00	1·50	4·50
11·35	5·00	1·75	4·50
11·37 ½	6·00	1·50	6·00
11·40	4·00	1·00	5·00
11·42 ½	4·50	1·50	3·50
11·45	3·25	1·50	4·50
11·47 ½	5·00	1·00	5·00
11·50	4·00	2·00	4·00
11·52 ½	4·00	1·50	5·00
11·55	3·50	1·75	3·50
11·57 ½	2·75	3 00	2·75
12·00	3·00	3·25	2·50
12.02 ½ a.	1·75	2·00	3·00
12·05	3·00	3·50	4·00
12·07 ½	5·00	2·00	7·00
12·10	7·00	3·25	6·00
12·12 ½	6·00	2·50	4·00
12·15	4·50	2·50	3·00

Un altro fatto può esser notato anche sugli specchi da me composti, che sembrami corrispondere con quello ora indicato od almeno appartenere al medesimo ordine di fenomeni. L'agitazione dei pendoli diversi esaminata nei varii periodi non conserva una proporzione costante d'uno verso l'altro, quantunque sieno invariabili le condizioni degl'istromenti, ossia non muti il peso, la lunghezza del filo, la custodia, ed il luogo della collocazione. Vediamo per esempio nell'agitazione del 25 Luglio esser di gran lunga superiore la sotterranea nel cunicolo alla mediocre avvenuta nell' interno della abitazione. Il contrario vidi nei primi di Ottobre quando il moto nell' abitazione fù più energico, più lungo ed anteriormente concepito, mentre fù debole, breve e ritardato nel pendolo del cunicolo. Il medesimo fatto verifichiamo confrontando le oscillazioni del pendolo maggiore nella grotta con i movimenti degli altri due testè citati. Si osservi l'avvenuto dal 12 al 15 Settembre e dal 1 al 5 Ottobre. Continua poi siffatta irregolarità nel Decembre, Gennajo e Febbrajo 1875, nel qual tempo il confronto si fa fra Rocca di Papa e Roma. Diviene poi questo fatto tanto più notevole ricordandosi che i pendoli posti a paragone hanno tutti lunghezze diverse: quindi allorchè l'oscillazione del più corto si mostra più ampia della raggiunta da un pendolo lungo, la sua differenza relativa sarà stata tanto più grande. Come spiegare queste apparenti anomalie? ciò non appartiene alla classe dei fatti ma dei ragionamenti e perciò esporrò poscia le mie opinioni che non hanno certo il valore dei fatti acquisiti coi quali non conviene confonderle. Una osservazione di fatto però io debbo qui aggiungere e che devesi aver presente in questa analisi.

Oltre i pendoli descritti per le osservazioni microscopiche io ho collocato nel mio molteplice osservatorio parecchi altri pendoli di lunghezze e pesi diversi muniti di una punta immersa entro un piattino con sabbia leggerissima. Questi pendoli stanno anche essi sotterra e nella casa; e poichè servono come sismografi soltanto per esplorare i veri terremoti, ne ho collocati in luoghi distanti dalla mia dimora e perfino nella stessa cima del Monte Cavo, con gentile permesso e cooperazione dei RR. PP. Passionisti. Ho già detto che questi servono ad esplorare i veri terremoti, ma intanto osservandoli quotidianamente ho dovuto avvedermi che le tracce che vi si trovano corrispondenti talvolta a piccole scosse avvertite dal pubblico e talvolta non avvertite, difficilmente si trovano da tutti segnate e giammai da tutti colla medesima energia. Più d'una volta è avvenuto che qualche scossa bene accertata perchè sentita notte tempo da più d'uno, non si trovò punto notata da verun pendolo, mentre viceversa si veggono talvolta le tracce di scosse che

niuno avvertì. Ma ripeto le indicazioni dei diversi sismografi di diverso peso e lunghezza non concordano punto fra loro.

Un altro fatto è da notare in questo punto della mia relazione. Più d'una volta mi è avvenuto di fare osservazioni microscopiche dopo aver avvertito sensibilmente scuotimenti sismici: taluno di questi scuotimenti ho sentito nella quiete mattutina estiva stando seduto in terra a leggere nell'interno del bosco. In questi casi l'osservazione microscopica m'ha dimostrato che se trattavasi di scuotimenti sussultori il pendolo non prendeva oscillazione veruna, se di moti ondulatori malgrado la sensibilità della scossa l'ampiezza della oscillazione guardata col microscopio trovavasi essere minima tanto da sembrare incredibile. Ma cessa la meraviglia di ciò considerando ciò che avviene nei pendoli per i colpi di vento e per gli urti meccanici e fortuiti nei fabbricati come io ho attentamente osservato. Talvolta sotto forti colpi di vento e sotto urti che sembrano aver scosso tutta la casa e specialmente al cadere dei fulmini nei temporali il pendolo guardato col microscopio presenta oscillazioni relativamente assai deboli. Sono poi queste oscillazioni, che chiamo deboli ed artificiali e comparenti anche dopo i terremoti, senza confronto inferiori a quelle che costituiscono i periodi di agitazione, massime invernale, rappresentata dalle tavole annesse a questa esposizione.

Un'ultima osservazione debbo aggiungere intorno alla forma delle oscillazioni nei vari periodi. Ho notato tanto in Roma quanto in Rocca di Papa, che ciascun periodo di oscillazione mostra una tendenza particolare all'oscillazione verso un rombo, il quale se muta rapidamente si determina nel piano normale all'osservato prima. Ciò si vede chiaramente durante il tempo della massima agitazione; ma essendo argomento anche questo che merita una indagine speciale, come il fenomeno della mutazione della verticale, rimetto ad altra analisi e ad altri esperimenti l'esame di questo punto che qui mi basta l'avere indicato.

Finalmente si osservino le relazioni dei moti microscopici dei pendoli con la serie dei terremoti meritevoli di tal nome secondo che sopra ho spiegato. Semplicissima e quasi priva di eccezioni è la legge vera od apparente che in fatto ci si manifesta nel periodo delle nostre osservazioni. I terremoti di qualche importanza e massime i disastrosi avvennero tutti o durante le calme dei pendoli o durante le minime loro oscillazioni o per lo meno dopo l'apogeo dell'agitazione nel tempo del suo decrescere. Esaminando accuratamente le ore dei terremoti in confronto con le ore dei massimi microscopici, la enunciata legge diviene anche più esattamente rigorosa. Che se poi mi-

riamo in particolare i terremoti più forti, li troveremo avvenuti immediatamente nel giorno seguente od al più due giorni dopo il massimo delle agitazioni microscopiche.

Ho collocato negli specchi anche una curva barometrica convenzionale dalla quale apparisce soltanto se la pressione atmosferica, stando al disopra od al di sotto della media, teneva cammino ascendente ovvero discendente. Dando un occhiata a questa curva non possiamo non riconoscervi una certa relazione fra l'incominciamento della depressione barometrica ed il manifestarsi della agitazione microscopica dei pendoli. Ma qui le eccezioni appajono più frequenti, e la coincidenza non può dirsi una legge chiarissima. Spesso l'eccezione è accompagnata da un fenomeno sismico di qualche importanza avvenuto lungi da noi nella penisola, lo che sembra volerne rendere ragione. Ma l' esperienza mia si chiude finora in un giro di periodi troppo limitato e mi conviene perciò non insistere in confronti per i quali gli elementi non sono sufficientemente numerosi.

§. III.

Ragionamento e conclusioni sopra i fatti ora descritti

Era mio scopo principale esporre i fatti bene accertati ed esser parco di conclusioni e ragionamenti intorno ai medesimi. Nei problemi controversi in niun modo migliore sembrami si possa servire alla scienza che accumulando i fatti e lasciando ai lettori ed alla pubblica opinione il trarne le conseguenze. Ma volendo pur analizzare sommariamente i dati raccolti a fine di intravvedere la causa probabile che agisce nella determinazione dei periodi oscillatorii microscopici, stimo opportuno esaminare ognuno separatamente i diversi generi di fatti accertati, onde vedere alla fine se le conclusioni raccolte dai singoli possano accordarsi in una sola che rappresenti quasi la somma di tutti, ossia il capitale totale che questo nostro studio arreca al patrimonio della scienza.

I primi fatti descritti ci provano l'esistenza delle perfette calme, alternanti con i periodi di agitazione, assolutamente indipendenti dal giro delle ore e dallo stato meteorico dell'atmosfera. Oltre a ciò le medesime calme ed agitazioni non diversificano per essere gl'istrumenti collocati sotterra o negli edificii. È dunque una causa intermittente, e che non sembra vento nè meccanica propria degli edificii, quella che produce le microscopiche agitazioni.

Il secondo gruppo dei fatti si riferisce al modo d'oscillare dei pendoli, os-

sia alla somma variabilità delle ampiezze e delle celerità, al loro repentino manifestarsi e repentino arrestarsi, al loro conato infruttuoso ed al tremito, che apparisce talvolta, che prolungatamente mantiene i fili in vibrazione e che non lascia scomparendo oscillazione veruna o non disturba la esistente. Abbiamo visto i rapidi passaggi dalla quiete alla oscillazione notevole senza preparazione graduale; ed abbiamo visto trasportarsi momentaneamente il centro dell' oscillazione ossia la verticale. Questi effetti spontaneamente si dichiarano conseguenza di impulsi e di urti puramente meccanici. Le sole correnti d'aria nei tubi o i movimenti del suolo parrebbero poter essere siffatti agenti meccanici. Ma le correnti d'aria non potendo essere derivate dai venti impetuosi, perchè con quelli non coincidono le nostre agitazioni, dovrebbero invece provenire da tranquilli squilibrii dell'aria negli ambienti. Siffatti squilibrii se agissero nel caso nostro, dovrebbero produrre mai sempre i loro effetti e non lasciare esistere i periodi di calma perfetta, massime allorchè l'atmosfera è agitata dai venti: oltre a ciò i tremiti, gli arresti istantanei e le istantanee dipartite del pendolo, sopratutto poi le momentanee mutazioni della verticale, non sono effetti che possano discendere da esili correnti aeree. Altri impulsi adunque di maggior forza, e che giungono a contratempo e vibrati, debbono essere la cagione misteriosa dei fenomeni ora riferiti.

L'esame dei periodi delle agitazioni ci ha dimostrato la perfetta contemporaneità del loro alternare colle calme in casa e sotterra, in Rocca di Papa ed in Roma, in queste nostre contrade ed in Firenze ed in Bologna e perfino gli abbiamo trovati spessissimo coincidere colle indicazioni del Sismografo vesuviano. Le agitazioni vesuviane non sono una novità nella scienza e sono conosciute quanto il loro illustre indagatore, il Palmieri, che le caratterizzò mai sempre effetto sismico, ossia piccole commozioni telluriche del vulcano. Se noi vorremo adunque dubitare che le nostre agitazioni microscopiche possano appartenere all'ordine sismico dovremo però inevitabilmente concludere che coincidono colle agitazioni sismiche vesuviane. L'avvenire poi in pari tempo a Roma, alla Rocca, a Firenze ed a Bologna sembrami che completi la dimostrazione della indipendenza delle piccole e locali correnti aeree le quali non si saprebbero concepire in azione combinata per tali distanze topografiche.

Le osservazioni sopra riportate come ci hanno assicurato della contemporaneità dei periodi dell'agitazione nei vari pendoli, ci hanno pure reso evidente il fatto apparentemente strano della non coincidenza dei massimi anzi hanno svelato una legge inversa talora vista dominare fra due pendoli. E finalmente vedemmo non esser costante la proporzione di sensibilità ossia ca-

pacità di agitazione nei vari pendoli per i diversi periodi. Ho dimostrato che questo fatto si verifica identicamente nei terremoti. Esiste adunque una analogia fra i due fenomeni che difficilmente si potrà dimostrare esser fortuita. I sismologi sanno bene che appunto sopra questo fenomeno è basato il Sismografo del Cavalleri. Questo fisico ordinò nel suo istrumento molti pendolini di lunghezze diverse per vedere quale di questi avea concepito oscillazione maggiore nel terremoto, e trovava appunto che ora l'uno ora l'altro era stato spostato dalla scossa; non mai tutti egualmente nè in ragione diretta della loro lunghezza (1). Il Cavalleri vi riconobbe la bella legge del sincronismo o dissincronismo degli impulsi ossia delle onde sismiche. Le quali egli disse se vibrano con onde simili a quelle cui è disposto il pendolo in ragione della sua lunghezza, daranno a questo un impulso relativamente forte, se l'onda sismica è diversa, il pendolo sarà più inerte e restio ad ubbidire al colpo ricevuto. Un simile effetto ho già descritto verificarsi nelle oscillazioni microscopiche; ed esso mi si rese poi manifesto quando nell'esperimento del 30 Gennajo i due pendoli agitati insieme nello stesso periodo si muovevano con intensità ed ampiezza d'oscillazione perfettamente inversa nel medesimo momento. Era chiarissimo in quel caso che la causa del moto, qualunque fosse, era comune ed identica per ambedue i pendoli, perchè insieme erano stati tranquilli nel resto del giorno ed insieme aveano cominciato ad agitarsi; ma i singoli impulsi che ricevevano, li risentivano ognuno diversamente e, come ho detto, con risultato inverso: imperocchè quando l'uno accresceva il proprio moto l'altro lo diminuiva, ed il secondo scuotevasi quando il compagno si calmava. Quale altro agente fuorchè una vibrazione meccanica nel fulcro del pendolo potrebbe ottenere un tal risultato? Come si può ammettere che le minime correnti d'aria nei tubi si accordino in tal guisa?

Procediamo innanzi nell'esame dei fatti e la luce si accrescerà sopra il nostro oscuro problema. Negli specchi ho posto a confronto la serie dei terremoti notevoli, ed abbiamo trovato che per la massima parte essi avvengono durante la calma o la decadenza del moto microscopico nello stesso modo, come dice il Palmieri, che il sismografo vesuviano si agita anteriormente all'avvenire i terremoti. Già vedemmo che il Sismografo vesuviano ed i nostri movimenti microscopici vanno di pari passo, ora aggiungiamo che insieme pure precedono per lo più i terremoti di qualche importanza. Ecco adunque

(1) Veggasi su ciò Cavalleri, *Nuovo sismometro*, V. Rend. del R. Ist. Lombardo 1857. — Bertelli Atti della Pont. Acc. dei Nuovi Lincei Tomo XXVII, pag. 462.

un legame di più fra tutti questi fenomeni ed un argomento di più per vedere nelle oscillazioni microscopiche dei pendoli un fenomeno d'ordine sismico.

Ma qui potrebbe forse il lettore ricordare ciò che sopra ho descritto che cioè mentre i veri terremoti, siano pur piccolissimi, talvolta non agitano i pendoli, nei periodi poi delle agitazioni microscopiche, durante i quali periodi niuna scossa si avverte, essi si muovono. Parrebbe adunque che se il terremoto sensibile non sempre agita il pendolo, quando questo si muove senza terremoto il suo movimento non dovesse essere d'ordine sismico. Analogamente a ciò l'osservazione fatta che nei giorni di terremoto i pendoli stanno calmi, sembrerebbe accennare ad una causa che se pure è concatenata coi terremoti, procede però da un agente fisico d'altra natura. Questo agente sembrerebbe funzionare separatamente dal terremoto e prima del suo apparire.

Su questa considerazione sembrami dover riflettere primieramente che, rimanendo intatta la relazione coi fenomeni sismici, si ridurrebbe soltanto il fenomeno nostro ad uno dei fenomeni concomitanti anzi precedenti il terremoto, lo che gli accrescerebbe anziche diminuire l'importanza. Sarebbe dunque un fenomeno più che mai da studiarsi nelle sue relazioni col terremoto. Ma posto ciò da parte momentaneamente, non possiamo noi sospettare che la calma la quale si verifica nei pendoli studiati in Roma, Bologna e Firenze durante il periodo del terremoto sia soltanto speciale nei luoghi lontani dal centro sismico, e che dove il suolo è agitato dal terremoto ivi l'agitazione microscopica si conservi e si aumenti ancora considerevolmente? Questo mio sospetto non è senza base di fatti e di osservazioni. Ne ho anche ragionato testè in altra mia memoria nella quale da varii indizi ho dedotto la somma probabilità che ciò appunto avvenga (1). Dopo la pubblicazione di quello scritto e mentre questo ragionamento era sotto i torchi un nuovo fatto sarebbe sopraggiunto a confermarlo, ma non posso qui brevemente discuterlo; esso farà parte d'un altra mia comunicazione all'Accademia nella prossima sessione. Ad ogni modo però siamo troppo pochi gli osservatori finora in Italia di questo genere di fenomeni per poter spingere il nostro sguardo a viste così larghe. Attendiamo e speriamo che mediante l'attenzione e la cooperazione dei fisici disseminati nelle diverse regioni, la luce non tarderà a farsi sopra siffatti punti.

Quanto però all'altra considerazione della poca sensibilità dei pendoli nel

(1) Analisi dei tre maggiori terremoti avvenuti in Italia nel 1874. Atti della Pontificia Accademia de' Nuovi Lincei T. XXVIII, pag. 80.

terremoto, mentre tanta ne hanno senza che questo fenomeno si renda sensibile, sembrami opportuno prima di ragionarne riferire un fenomeno che io stesso ho verificato ai 14 Gennajo dell'anno corrente.

A dì 14 Gennajo con un'alta pressione barometrica si presentò un fenomeno al tutto nuovo ed inaspettato. Alle ore 4. 15 pom. io era intento alla solita osservazione. Nel resto della giornata avea visto i pendoli piuttosto calmi; in quell'ora osservai un qualche movimento energico ma non punto straordinario. Mentre però io guardava, il movimento si accrebbe in proporzione così grande e con tali stranezze di accrescimento e di diminuzione fino all'istantanea ed improvvisa fermata per poi ritornare all'oscillazione ed ai tremiti, che sembravano moto e quiete prodotti da una mano invisibile. Le proporzioni di questi moti non abbisognavano più del microscopio per essere valutate e vedevansi da lungi ad occhio nudo. Erano desse anzi assai superiori a quelle che producono talvolta i veri molto sensibili terremoti. Ma terremoto sensibile non era punto avvenuto: perciò io pensava che forse una qualche causa imprevista e puramente accidentale potesse produrre quel movimento. La chiusura perfettissima dell'istromento escludeva l' ipotesi che un qualche animale avesse potuto penetrarvi dentro. Intanto non bisognava perdere l'osservazione. Il fenomeno continuò nel modo descritto per circa un'ora e mezzo, cioè dalle 4. 15 alle 5. 45 circa. Dopo quest'ora cominciò a diminuire, e pian pianino a cessare, riprendendo ogni tanto vigore, finchè nella notte e nel seguente giorno 15 gennajo la calma fu ristabilita quasi perfettamente.

Mentre nel giorno seguente io meditava sul fatto osservato e stava persuadendomi, malgrado l'evidenza del contrario, che un animale od altra causa doveano aver prodotto quel movimento del pendolo, che sembrava additare un grande ed insensibile terremoto, mi giunse una lettera del ch. P. Bertelli, colla quale mi descriveva il fatto medesimo da esso veduto a Firenze, precisamente dalle 4. 15 alle 5. 40 pom. e la sua descrizione era tale, che non sarebbe stata diversa, se il Bertelli avesse tenuto il suo occhio al mio istromento in Roma.

Credo opportuno, per l'esattezza dei dati, riferire testualmente la lettera del ch. P. Bertelli in data 15 Gennajo.

« Ieri (14 Genn.) mentre in tutta la mattina, ed in parte del pomeriggio, cioè sino alle 3. 27 (t. m. di Roma) il sismometro si era mostrato assai quieto ed il barometro molto alto, d'improvviso, nell'osservazione delle 4. 11 p. si manifestò un movimento microsismico straordinario nel pendolo. Il moto ondulatorio era NNO-SSE di 12″. 1 in valore angolare, e con oscillazioni ver-

ticali, distinte in periodi di pulsazione, dell'ampiezza angolare di 9'1, e queste continuarono allo stesso modo alle 4. 41 p., mentre allora il moto orizzontale predominante era OSO-ENE 27''. 2. Questo però alle 5. 42'' p. si accrebbe fino a 42''. 4 O-E, ma senza oscillazione verticale. Il moto suddetto poi si andò mano mano indebolendo, conservando però sempre la stessa direzione O-E, fino che alle 9. 46 p. si ridusse a 9''. 1. Durante la notte scorsa gli istrumenti non hanno più indicato nessun' altro movimento sismico speciale, e questa mane finora (ore 9 a.) il tromometro è tranquillo. Ieri, e più oggi, si osserva un notevole abbassamento nell'ago magnetico, il quale però è senza oscillazione, e così fu trovato pure ieri alle 4. 27, 5. 53, 6. 10, 7. 33, 9. 32 pom. (sempre t. m. di Roma). »

Non occorrono molti ragionamenti per vedere in questo fatto una prova evidentissima della verità della esistenza dei piccoli moti tellurici; poichè niun altro fisico elemento, per quanto la scienza oggi conosce, potrebbe produrre un contemporaneo effetto meccanico in Roma ed a Firenze. Ma un altra conseguenza discende a mio avviso chiarissima dal fenomeno osservato ai 14 gennajo. Tanto io in Roma quanto il Bertelli a Firenze vedemmo accadere un movimento negli istromenti superiore di gran lunga a quello che si verifica anche in molti veri terremoti. Dunque un movimento microsismico può essere maggiore d'un vero terremoto ed insieme esser insensibile ed innocuo.

Ma qui prima di ragionare su questo fenomeno mi cade opportuno poter sulle bozze di stampa aggiungere un altro fatto consimile assai curioso avvenuto ier l'altro 28 Marzo. Una delle singolarità che mi tennero perplesso ai 14 Gennajo sull'ammettere quella straordinaria oscillazione come fenomeno, fu il vedere che presso al pendolo libero da me trovato in movimento eccessivo eravi un altro pendolo con la punta immersa nella sabbia il quale rimaneva perfettamente tranquillo. Come ho narrato fu la coincidenza con l'osservazione di Firenze che mi obbligò a riconoscervi il fenomeno naturale. Ier l'altro 28 Marzo il pendolo era di una tranquillità straordinaria; ma improvvisamente alle 1, 24 p. ponevasi in grandissima oscillazione senza che verun movimento sismico sensibile fosse stato da veruno avvertito. Guardato subito l'altro pendolo immerso nella sabbia si trovò anche esso in oscillazione e lo si vide tracciare un segno di un mill. e mezzo. L'oscillazione però del pendolo libero quantunque forte era minore assai della verificatasi ai 14 Gennajo. Dunque una spinta diversa o meno intensa di quella del 14 Gennajo produceva il moto osservato ai 28 Marzo; e questa stessa impulsione diversa e forse minore era capace di agitare quel medesimo sismografo a polvere, che

nel Gennajo non era stato punto turbato. Anche questa volta verificavasi la coincidenza del fenomeno in Roma ed in Firenze dove poco prima delle 2 pom. il Bertelli avvedevasi della tempesta sopraggiunta forse in Roma alle 1, 24. In Roma infatti essa continuò scemando fino alle 2, 15 circa. Questo secondo fatto ci fa toccare con mano, come il primo riferito, l'importanza degli insensibili movimenti del suolo, ed insieme la verità del canone esposto dal Cavalleri e da me molte volte già verificato, secondo il quale una pulsazione qualunque non agisce indistintamente sopra qualunque pendolo.

In una parola impariamo da questi fatti che una successione di fitte vibrazioni possono tenere lentamente e lungamente agitata la crosta terrestre. Infatti ciò corrisponde perfettamente a quanto io osservava nel pendolo, quando pareami mosso da una mano. Ogni variazione di moto doveva corrispondere ad un nuovo impulso, e lo stesso fermarsi improvvisamente era effetto di nuovo impulso a contrattempo. Lo che ho io stesso in altre occasioni artificialmente sperimentato facendo esplodere alcune mine in qualche prossimità d'un pendolo oscillante. Lo scuotimento della mina talora accresce, talora sospende repentinamente l'oscillazione del pendolo. Così dunque nel fenomeno del 14 Gennajo alcuni impulsi tellurici agitavano il pendolo, altri lo arrestavano o ne diminuivano Il movimento.

Il medesimo avviene negli ordinarii moti microscopici i quali in null'altro differiscono da questo straordinario, che nella minor loro intensità. Dunque se il fenomeno del 14 Gennajo e 28 Marzo potè essere un terremoto insieme grande ed insensibile, similmente potranno esser scosse della medesima forma quelle che agitano ordinariamente i pendoli nelle periodiche loro agitazioni. Possono quelle vibrazioni del pendolo provenire da larghissime e ripetute ondulazioni del suolo, ossia gonfiamenti e depressioni continue microscopiche le quali sarebbero anche la causa delle momentanee mutazioni della verticale.

Finalmente a questo concetto si uniforma assai bene la relazione quantunque non rigorosa trovata colla pressione barometrica. Il giuoco di azione e reazione fra i gas ed altre materie interne del suolo e l'esterna pressione atmosferica, data però una vita propria e speciale agli agenti interni indipendentemente dall'atmosfera e con questa solo in relazione di condizione concomitante, spiegherebbero assai bene quei rigonfiamenti; e quelle larghe e momentanee ondulazioni microscopiche potrebbero produrre i microscopici movimenti del pendolo. Comunque ciò sia la somma delle conseguenze dedotte dai singoli gruppi dei fatti, conclude in favore della causa sismica che il Bertelli chiama microsismica. Al più si potrebbe forse sospettare in giuoco un

altro agente misterioso come l'elettrico. Ma questo vi si mostrerebbe sempre in tanto in quanto si manifesta anche nei terremoti. Tornerebbe sempre adunque il nostro fenomeno nell'ordine sismico.

Le obbiezioni del Monte dall'altra parte sono tutt'altro che disprezzabili e possono molto giovare a far progredire questo studio diriggendolo, come appunto sembra voler egli fare, soltanto a svolgimento della scienza non a sostegno della propria prima impressione. Il Monte deve considerarsi in questa quistione come un cooperatore del nostro studio, e lo dimostrò quando gentilmente mi communicò le sue osservazioni in casi speciali dei quali altrove ho ragionato (1). Non entro qui a discutere di nuovo i fatti prodotti dal Monte perchè per ora nulla potrei aggiungere a quanto ne scrissi nel Bullettino del Vulcanismo Italiano dopo aver visitato il suo Osservatorio di Livorno (2).

Non so se queste mie esperienze e questo mio ragionamento sia per portare molta luce all'argomento. Non dubito però che abbia servito ad attrarre l'attenzione dei dotti sopra questo importante e nuovo campo di ricerche nel quale non esito punto di affermare che risiede un mistero naturale dato alla nostra investigazione e che sarebbe vergogna per la scienza moderna, tanto giustamente tenuta in pregio di grandi progressi, se rimanesse più a lungo negletto e lasciato alle cure ed alle dispute di pochi generosi che faticano già da molti anni isolatamente intorno ad uno studio che non può esser fatto da pochi.

In una parola il fatto delle oscillazioni microscopiche naturali e spontanee a certi periodi è indubitatamente stabilito. Dipende ora dalla moltiplicità degli osservatori il fornire alla scienza i dati per trovarne le leggi certe e stabilirne la causa fondamentale. La quale causa poichè secondo le odierne cognizioni sembra indubitatamente sismica o per lo meno in stretto legame con i fenomeni sismici, ci fa sperare allorchè sia certificata anche progressi lusinghieri nel ramo forse più incognito finora della dinamica terrestre cioè nella sismologia (3).

(1) Analisi dei tre maggiori terremoti italiani del 1874. V. Atti della Pont. Accad. de' Nuovi Lincei, T. XXVIII, pag. 84.

(2) Bullettino del Vulcanismo Italiano. Anno I, pag. 125.

(3) L'appello fatto in questo scritto al concorso dei dotti che ho voluto invitare a questo studio dovrebbe chiudersi coi precetti che l'esperienza abbia potuto suggerire al Bertelli a me ed agli altri che primi sonosi dedicati alle ricerche microsismiche. Insieme ai precetti dovrebbe proporsi un istromento agevole opportuno ed economico per queste osservazioni, anche perchè l'unità del metodo può influire di molto sul rapido progresso dei risultati. A tutto ciò ho io già pensato; ma non voglio pubblicare le mie proposte senza conferirne col Bertelli il quale è stato l'iniziatore costante dotto e modesto di siffatto studio in Italia. Quindi per non ritardare la presente memoria che è desiderata, farò soggetto di altra prossima pubblicazione la proposta dell'Istrumento con i suggerimenti relativi all'uso del medesimo.

SPECCHIO I.

DELLE OSSERVAZIONI MICROSCOPICHE SULL' OSCILLAZIONE DI DUE PENDOLI IN ROCCA DI PAPA DAL 1 LUGLIO AL 20 AGOSTO 1874

Date	Ore	Pendolo lungo 82 c. con peso di gr. 100 collocato nel fabbricato	Ore	Pendolo lungo m. 1,20 con peso di gr. 18 collocato a 10 m. sotterra entro un cunicolo scavato nella lava basaltina	Curva barometrica	Agitazioni verificate a Firenze Bologna e Vesuvio	Terremoti notevoli avvenuti in tempo delle osservazioni
Luglio 1	7·30	..	—				
	12·00		—		+		
	5·00	..	—				
2	7·30	..	—				
	11·00	..	—		+		
	8·50	..	—				
3	9·40	..	10·00	...|..			
	12·00	..	4·00		+		
	7·15	..	8·15				
4	8·45	...	7·15				
	3·15	...	9·15		+		
	4·20	...|	2·30				
5	8·15	..	8·30				
	12·30	...	—		+		
	5·45	...|	5·15				
6	9·15	..	8·30 a.				
	1·00	.	—		+		
	5·00	..	—				
7	6·45	...	7·00 a.				0.30, Valparaiso
	8·55	...|	9·00		+		
	5·00	...	—				
8	7·45	..	7·15				
	12·00	...	—		+		
	8·15	..	4·45				
9	9·15	...	—				
	12·30	...	—		+		
	8·15	...|..	2·30				
10	9·30	..	—				
	1·05	..	—		+		
	5·30	..	—				
11	8·30	..	8·45				
	12·00	..	—		+		1.30, 300 p. circa S. Pietro infine
	7·00	...	—				
12	6·45	...	—				
	12·00	...	5·05 p.				
	6·00	..	7·45				
13	7·45	.	—				
	12·15		—		+		1.45 p. Val di Lanzo
	5·00		—				
14	8·45		9·00				
	12·00		—		+		
	6·00		4·00				
15	8·30		—				
	12·00		—		+		
	5·30		—				
16	9·45		9·45				7 a. Palermo
	4·15	..	—		+		12 Frascati, traccia al sismografo
	5·30	..	—				
17	8·30		8·30				
	12·00		—		+		
	2·15	.	—				

<table>
<tr><th>Date</th><th>Ore</th><th>Pendolo lungo 82 c. con peso di gr. 100 collocato nel fabbricato</th><th>Ore</th><th>Pendolo lungo m. 1,20 con peso di gr. 18 collocato a 10 m. sotterra entro un cunicolo scavato nella lava basaltina</th><th>Curva barometrica</th><th>Agitazioni verificate a Firenze Bologna e Vesuvio</th><th>Terremoti notevoli avvenuti in tempo delle osservazioni</th></tr>
<tr><td>Luglio 18</td><td>9·15</td><td></td><td>9·30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12·00</td><td>..</td><td>—</td><td></td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>3·00</td><td>..</td><td>3·00</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>19</td><td>8·45</td><td>..</td><td>5·30 p.</td><td>...</td><td></td><td></td><td>Malta</td></tr>
<tr><td></td><td>1·35</td><td>..</td><td>6·30</td><td></td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>5·30</td><td>...</td><td>8·10</td><td>...</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>20</td><td>8·30</td><td>...|..</td><td>7·45</td><td>...|.</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12·08</td><td>...|</td><td>10·30</td><td>...|...|.</td><td>+</td><td></td><td>Malta sul far del giorno</td></tr>
<tr><td></td><td>3·00</td><td>...|..</td><td>2·30</td><td>...|..</td><td></td><td></td><td>11 a. Malta</td></tr>
<tr><td>21</td><td>7·00</td><td>.</td><td>7·10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>1·00</td><td>..</td><td>—</td><td></td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4·15</td><td>..</td><td>6·25</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>22</td><td>9·30</td><td></td><td>—</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12·20</td><td></td><td>—</td><td></td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>5·30</td><td>..</td><td>5·30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>23</td><td>9·30</td><td></td><td>9·45</td><td>...|..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12·30</td><td>...</td><td>—</td><td></td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>5·45</td><td>.</td><td>3·15</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>24</td><td>9·00</td><td></td><td>9·00</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12·45</td><td>.</td><td>7·15</td><td>...</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4·30</td><td>..</td><td>10·00</td><td>..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>25</td><td>6·45</td><td>...|..</td><td>1·45</td><td>...|...|...|</td><td></td><td>F</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12·45</td><td>...|...|.</td><td>4·15</td><td>...|...|...|...|..</td><td>—</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4·20</td><td>...|...|.</td><td>5·45</td><td>...|...|...|...|...|...|</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>26</td><td>8·45</td><td>...</td><td>7·50</td><td>...|</td><td></td><td>F</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12·00</td><td>..</td><td>11·00</td><td>...|</td><td>—</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4·00</td><td>...</td><td>5·50</td><td>...</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>27</td><td>5·15</td><td>..</td><td>8·40</td><td>..</td><td></td><td>F</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>9·50</td><td>..</td><td>10·00</td><td>..</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>2·45</td><td>..</td><td>12·30</td><td>..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>28</td><td>9·00</td><td>..</td><td>7·45</td><td></td><td></td><td></td><td>4·30 a. Collio, Idro</td></tr>
<tr><td></td><td>11·25</td><td>..</td><td>11·00</td><td></td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>5·30</td><td></td><td>3·55</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>29</td><td>8·45</td><td></td><td>8·30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>8·00</td><td>..</td><td>7·45</td><td>..</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>10·90</td><td>...|</td><td>9·45</td><td>..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>30</td><td>9·00</td><td>...|...|.</td><td>8·22</td><td>...|...|.</td><td></td><td>F</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>10·50</td><td>...|...|.</td><td>12·30</td><td>...|...|.</td><td>—</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12·00</td><td>...|..</td><td>3·25</td><td>...|...|.</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>31</td><td>7·45</td><td>...|</td><td>10·45</td><td>...|..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12·45</td><td>...</td><td>2·30</td><td>...</td><td>—</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>5·30</td><td>..</td><td>4·00</td><td>...|</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Agosto 1</td><td>7·15</td><td>..</td><td>7·45</td><td>...</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>10·15</td><td>..</td><td>11·10</td><td>..</td><td>—</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>5·10</td><td>.</td><td>12·00</td><td>..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>9·45</td><td></td><td>8·30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12·00</td><td>.</td><td>12·00</td><td></td><td>—</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4·45</td><td>..</td><td>3·30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>9·50</td><td>.</td><td>8·15</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>1·00</td><td></td><td>12·10</td><td>.</td><td>—</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4·00</td><td></td><td>3·40</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Date	Ore	Pendolo lungo 82 c. con peso di gr. 100 collocato nel fabbricato	Ore	Pendolo lungo m. 1.20 con peso di gr. 18 collocato a 10 m. sotterra entro un cunicolo scavato nella lava basaltina	Curva barometrica	Agitazioni verificate a Firenze Bologna e Vesuvio	Terremoti notevoli avvenuti in tempo delle osservazioni
Agosto 4	9·00		8·15				
	12·00		12·15		+		
	3·45		7·00				
5	7·30		7·30				
	12·00	..	12·06		+		
	3·35		3·50				
6	9·00	..	8·30	..		F	
	2·53	...	12·15	...	+		
	6·15	..	2·40	.			
7	8·45		8·40				
	2·15		—		+		
	10·30		—				
8	8·30	.	8·45				
	12·00		12·15		+		
	5·15		—				
9	8·00	..	8·05			F B	
	12·00	..	12·00		—		
	3·35	...	7·15	..			
10	10·45	...]	11·00	...		F	
	12·00	..	12·05		+		
	4·10		—				
11	6·30		9·00			F	
	9·50		12·05		+		
	8·00		5·10				
12	9·30		10·00			B	
	12·00		12·07		+		
	8·00	.	4·00				
13	6·45	..	7·40			B	
	12·00		—		+		
	5·00		.4·00				
14	7·45	.	6·50				
	9·15	.	—		+		
	4·10	.	5·50				
15	11·45	..	8·45			F B	
	3·15	..	11·50	..	+		
	4·00	..	3·40	..			
16	8·35	.	8·30				
	4·30	..	12·05		+		
	9·45	..	—				
17	9·15		8·26				
	11·30	..	—		+		
	—		5·30				
18	8·15		8·30				3 a. Bagnone
	9·45	.	12·12		—		12 Frascati
	—		—				6.43 e 9.15 p. Bologna
19	—		7·30			B	
	12·00		10·30	...	+		
	—		7·15	..			5.29 e 6.12 p. Bologna
20	8·00		9·15				7. a. Bologna
	1·00		12·15	.	+		6.43 p. id.
	5·15	.	4·30	..			9.15 p. id.

(*SPECCHIO II.*) DELLE OSSERVAZIONI MICROSCOPICHE DELLE OSCILLAZIONI DEI PENDOLI FATTE IN ROCCA DI PAPA DAL 21 AGOSTO ALL'8 DECEMBRE 1874.

Date	Ore	Pendolo lungo 82 c. con peso di gr. 100 collocato nel fabbricato	Ore	Pendolo lungo m. 1,20 con peso di gr. 18 collocato a 10 m. sotterra entro un cunicolo scavato nella lava basaltina	Ore	Pendolo lungo m. 3.30 con peso di gr. 11.900 collocato entro una grotta scavata nelle scorie vulcaniche compatte	Curva barometrica	Agitazioni verificate a Firenze Bologna e Vesuvio	Terremoti notevoli avvenuti in tempo delle osservazioni
Agosto 21	9·35 a.		8·15		12·00	...		B	
	12·15		12·45		4·00	...|	+		
	5·00 p.		4·00		8·00	...|			
22	9·05 a.	...|...|	8·08	...|..	8·45	...|..		B	
	12·00 m.	...|..	10·45	...|.	12·15	...|	+		
	4·45 p.	...	4·30	.	4·15	...			
23	8·15 a.		8·45		8·45	...|			
	2·00 p.	..	12·05		12·00	...	+		
	4·30 p.		4·25		4·00	..			
24	8·45 a.	...|...|.	11·05	...|...|	8·45	...|		B	
	12·00 m.	..	12·05	...|.	12·15	...	+		
	3·50 p.	...	3·55		4·00	...			
25	8·00 a.		9·20		9·00	.		B	
	11·55 a.	.	12·10		12·00	...|	+		
	4·00 p.	.	4·10		4·00	...|			
26	8·15 a.		9·00		9·00	..			mattino, Portorico, Svizzera
	11·55 a.	..	——		12·00	...|	+		
	6·15 p.	..	4·30	.	4·00	...			5.56 p. Velletri
27	6·15 a.	.	8·52		9·00	..		B	
	7·45 a.		——		12·00	...	+		
	9·45 p.		——		4·00	.			2.35 p. Cosenza
28	8·45 a.	.	9·00		9·00	.		B	
	11·45 a.	..	——		12·00	.	+		
	5·00 p.		5·05		4·00	...			
29	9·00 a.		10·30		10·15	...			4 a. Etna — eruzione
	12·00 m.	.	12·10		12·15		+		
	10·30 p.	..	4·45		3·45				
30	10·00 a.	...	9·00	...	9·00	..			
	12·45 p.	...|..	10·30	...	12·00	...	+		
	3·30 p.	...	4·00	...	3·00	...			
31	9·20 a.	..	9·15	...	9·00	..		B	notte, Messina
	12·40 p.	.	10·45	..	12·00	...	+		11.30 a. Etna
	7·15 p.	.	12·00	..	3·00	..			
Settem. 1	9·45 a.	..	7·45		9·00	...|		B	notte, Messina
	12·00 m.		9·10		12·00	...|	+		Randazzo, Etna, Stromboli
	2·30 p.	..	——		3·00	..			
2	10·00 a.		9·15		9·00	...|..			5 a. Rocca di Papa, 6 a. Siracusa, notte Messina
	12·10 p.		12·05		12·00	...			Randazzo, ecc., Etna
	4·20 p.		4·00		3·00	...|			
3	8·15 a.	..	9·00		9·00 a.	...|			
	12·00 m.		11·15		12·00 a.	...	+		Randazzo, ecc. Etna
	5·00 p.		5·05		4·00 p.	...|..			
4	9·00 a.		9·10		9·05 a.	...|..			
	12·30 p.		12·20		12·00 a.	...|..	+		11 a. Randazzo ecc., Etna
	8·00 p.	.	——		4·00 p.	..			

<table>
<tr><th>Date</th><th>Ore</th><th>Pendolo lungo 82 c. con peso di gr. 100 collocato nel fabbricato</th><th>Ore</th><th>Pendolo lungo m. 1.20 con peso di gr. 18 collocato a 10 m. sotterra entro un cunicolo scavato nella lava basaltina</th><th>Ore</th><th>Pendolo lungo m. 3.30 con peso di gr. 11.900 collocato entro una grotta scavata nelle scorie vulcaniche compatte</th><th>Curva barometrica</th><th>Agitazioni verificate a Firenze Bologna e Venezia</th><th>Terremoti notevoli avvenuti in tempo delle osservazioni</th></tr>
<tr><td>Settem. 5</td><td>7.30 p.</td><td>.</td><td>9·30</td><td></td><td>9.00 a.</td><td>...|</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>11.30 a.</td><td>..</td><td>11·00 a.</td><td></td><td>12.00m.</td><td>...|</td><td>+</td><td></td><td>2 p. Randazzo - Catania</td></tr>
<tr><td></td><td>7.00 p.</td><td></td><td>——</td><td></td><td>4.00 p.</td><td>...|..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>8.45 a.</td><td></td><td>8·50</td><td></td><td>9.00 a.</td><td>...|</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12.30 p.</td><td></td><td>12·30</td><td></td><td>12.30 p.</td><td>...|..</td><td>+</td><td></td><td>Bronte</td></tr>
<tr><td></td><td>8.00 p.</td><td>..</td><td>4·35</td><td></td><td>4.30 p.</td><td>...</td><td></td><td></td><td>10 p. Siracusa</td></tr>
<tr><td>7</td><td>8.15 a.</td><td>..</td><td>8·30</td><td>..</td><td>8.45 a.</td><td>...</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12.30 p.</td><td>..</td><td>12·00</td><td>..</td><td>12.10 p.</td><td>...|</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>7.00 p.</td><td>..</td><td>3·45</td><td>.</td><td>3.55 p.</td><td>...|..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>8</td><td>9.00 a.</td><td>..</td><td>9·10</td><td></td><td>8.45 a.</td><td>...|</td><td></td><td></td><td rowspan="3">} Etna, terremoti</td></tr>
<tr><td></td><td>12.45 p.</td><td>..</td><td>12·10</td><td></td><td>12.00m.</td><td>...</td><td>+</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>6.45 p.</td><td></td><td>5·00</td><td></td><td>5.00 p.</td><td>...</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>9</td><td>8.15 a.</td><td>.</td><td>8·30</td><td></td><td>9.00 a.</td><td>...|</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12.10 p.</td><td></td><td>12·00</td><td></td><td>12.00m.</td><td>..</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>5.45 p.</td><td>.</td><td>5·30</td><td>.</td><td>4.00 p.</td><td>..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>10</td><td>8.30 a.</td><td>.</td><td>9·30</td><td></td><td>9.00 a.</td><td>...</td><td></td><td>F</td><td>6.15 a. Bologna, 7.30 Potenza</td></tr>
<tr><td></td><td>12.15 p.</td><td></td><td>12·30</td><td></td><td>12.00m.</td><td>..</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>6.00 p.</td><td>..</td><td>4·45</td><td></td><td>4.45 p.</td><td>..</td><td></td><td></td><td>8 p. Marsico Nuovo.</td></tr>
<tr><td>11</td><td>10.45 a.</td><td>..</td><td>10·45</td><td></td><td>11.06 a.</td><td>...|...|...|</td><td></td><td>F B</td><td>9 a. cir. Ferentillo, Visso, Camerino, Rocca di Papa</td></tr>
<tr><td></td><td>1.45 p.</td><td>...</td><td>12·40</td><td>..</td><td>2.25 p.</td><td>...|...|...|</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>10.50 p.</td><td>...</td><td>6·00</td><td>...</td><td>5.00 p.</td><td>...|...|.</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>12</td><td>7.00 a.</td><td>...</td><td>8·30</td><td>.</td><td>9.00 a.</td><td>...|...|</td><td></td><td>F B</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12.05 p.</td><td>..</td><td>11·30</td><td>..</td><td>12.00m.</td><td>...|</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4.45 p.</td><td>..</td><td>4·30</td><td>.</td><td>4.00 p.</td><td>...|...|</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>13</td><td>8.45 a.</td><td>...</td><td>9·15</td><td>..</td><td>9.00 a.</td><td>...|...|...|...|...|...|</td><td></td><td>F B</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>9.45 a.</td><td>...|.</td><td>12·10</td><td>..</td><td>12.05 p.</td><td>...|...|..</td><td>—</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>6.15 p.</td><td>..</td><td>6·30</td><td>..</td><td>3.18 p.</td><td>...|...|..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>14</td><td>6.30 a.</td><td>...|..</td><td>9·45</td><td>...|...|.</td><td>9.20 a.</td><td>...|...|.</td><td></td><td>F B</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>11.30 a.</td><td>...|..</td><td>9·25 p.</td><td>...|...|...|</td><td>11.05 a.</td><td>...|...|</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4.00 p.</td><td>...|...|.</td><td>9·10</td><td>...|...|.</td><td>4.05 p.</td><td>...|...|.</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>15</td><td>10.05 a.</td><td>...|...|.</td><td>8·30</td><td>...|...|...|..</td><td>8.15 a.</td><td>...|...|...|...</td><td></td><td>F B</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12.00 m.</td><td>...|...|...|</td><td>12·10</td><td>...|...|...|</td><td>9.15 a.</td><td>...|...|...|..</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>9.30 p.</td><td>...|...|.</td><td>2·30</td><td>...|..</td><td>12.15 p.</td><td>...|...|..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>16</td><td>7.00 a.</td><td>...</td><td>8·30</td><td>...|</td><td>9.00 a.</td><td>...</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>9.00 a.</td><td>...|.</td><td>11·45</td><td>.</td><td>12.05 p.</td><td>..</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>1.00 p.</td><td>...</td><td>6·30</td><td></td><td>6.15 p.</td><td>...</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>17</td><td>8.00 a.</td><td>.</td><td>7·45</td><td></td><td>9.00 a.</td><td>...</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12.30 p.</td><td>.</td><td>——</td><td></td><td>12.00m.</td><td>.</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4.30 p.</td><td>..</td><td>5·15</td><td></td><td>4.00 p.</td><td>..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>18</td><td>7.30 a.</td><td>..</td><td>9·15</td><td></td><td>9.05 a.</td><td>...|...|.</td><td></td><td>F B</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>11.45 a.</td><td></td><td>11·10</td><td></td><td>12.00m.</td><td>..</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>6.30 p.</td><td></td><td>12·30</td><td></td><td>6.15 p.</td><td>...</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>19</td><td>7.00 a.</td><td></td><td>6·10</td><td></td><td>11.15 a.</td><td>...|..</td><td></td><td>B</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12.15 p.</td><td>.</td><td>12·10</td><td></td><td>12.00m.</td><td>.</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>5.15 p.</td><td></td><td>3·35</td><td></td><td>4.00 p.</td><td>...</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Date</th><th>Ore</th><th>Pendolo lungo 82 c. con peso di gr. 100 collocato nel fabbricato</th><th>Ore</th><th>Pendolo lungo m. 1.20 con peso di gr. 18 collocato a 10 m. sotterra entro un cunicolo scavato nella lava basaltina</th><th>Ore</th><th>Pendolo lungo m. 3.30 con peso di gr. 11.900 collocato entro una grotta scavata nelle scorie vulcaniche compatte</th><th>Curva barometrica</th><th>Agitazioni verificate a Firenze Bologna e Vesuvio</th><th>Terremoti notevoli avvenuti in tempo delle osservazioni</th></tr>
<tr><td>Sett. 20</td><td>7.00 a.</td><td></td><td>9·15</td><td></td><td>9.10 a.</td><td>..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12.25 p.</td><td>..</td><td>12·10</td><td>.</td><td>12.15 p.</td><td>..</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4.30 p.</td><td>..</td><td>4·35</td><td></td><td>4.40 p.</td><td></td><td></td><td></td><td>notte, Stelvio</td></tr>
<tr><td>21</td><td>9.15 a.</td><td>..</td><td>8·30</td><td></td><td>9.00 a.</td><td>...</td><td></td><td></td><td>10.50 a. Bologna</td></tr>
<tr><td></td><td>1.05 p.</td><td>..</td><td>12·30</td><td></td><td>12.00 a.</td><td>...</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>6.45 p.</td><td>..</td><td>4·25</td><td></td><td>4.15 p.</td><td>.</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>22</td><td>8.45 a.</td><td>.</td><td>9·25</td><td></td><td>9·00</td><td>...'..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12.30 p.</td><td>.</td><td>12·10</td><td></td><td>12·05</td><td>..</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4.15 p.</td><td></td><td>2·30</td><td></td><td>4·05</td><td>...|..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>23</td><td>9.20 a.</td><td></td><td>9·15</td><td></td><td>9·00</td><td>...|...|</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>3.00 p.</td><td>.</td><td>11·50</td><td></td><td>12·00</td><td>...|...|</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>6.30 p.</td><td></td><td>4·10</td><td></td><td>4·00</td><td>...</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>24</td><td>6.45 a.</td><td>.</td><td>9·15</td><td></td><td>9·00</td><td>...'...|</td><td></td><td></td><td>1 a. Còsenza, 6 a. Bologna</td></tr>
<tr><td></td><td>10.15 a.</td><td>..</td><td>12·10</td><td></td><td>12·00</td><td>...|..</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>2.00 p.</td><td></td><td>6·15</td><td></td><td>6·00</td><td>..</td><td></td><td></td><td>3.30 p. Bologna, 9.30 p. Trevi, Terni.</td></tr>
<tr><td>25</td><td>8.15 a.</td><td>.</td><td>9·15</td><td></td><td>9·00</td><td>...</td><td></td><td></td><td>4.15 a. Visso</td></tr>
<tr><td></td><td>11.00 a.</td><td>.</td><td>12·10</td><td></td><td>12·00</td><td>...</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>6.30 p.</td><td>.</td><td>6·15</td><td></td><td>4·00</td><td>..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>26</td><td>9.15 a.</td><td>..</td><td>9·10</td><td></td><td>9·00</td><td>...</td><td></td><td></td><td>Antigua</td></tr>
<tr><td></td><td>2.00 p.</td><td>..</td><td>12·10</td><td></td><td>12·05</td><td>...|</td><td>+</td><td></td><td>2 p. Randazzo ecc. Etna, Messina</td></tr>
<tr><td></td><td>4.15 p.</td><td>.</td><td>6·00</td><td></td><td>4·00</td><td>...</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>27</td><td>9.15 a.</td><td>..</td><td>9·10</td><td></td><td>9·00</td><td></td><td></td><td></td><td>6 a. Terni</td></tr>
<tr><td></td><td>12.15 p.</td><td>..</td><td>12·30</td><td></td><td>12·00</td><td>..</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>2.15 p.</td><td>..</td><td>3·50</td><td></td><td>4·00</td><td></td><td></td><td></td><td>5 e 8 p. Monghidoro</td></tr>
<tr><td>28</td><td>9.45 a.</td><td></td><td>9·15</td><td></td><td>9·00</td><td>..</td><td></td><td></td><td>4.30 a. Monghidoro</td></tr>
<tr><td></td><td>2.00 p.</td><td>.</td><td>12·15</td><td></td><td>12·05</td><td>..</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4.20 p.</td><td>..</td><td>4·15</td><td></td><td>4·00</td><td>...|</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>29</td><td>11.55 a.</td><td>..</td><td>9·45</td><td></td><td>9·00</td><td>...|</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>6.00 p.</td><td>..</td><td>12·15</td><td></td><td>12·00</td><td>...|</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>6.45 p.</td><td>..</td><td>4·10</td><td></td><td>4·00</td><td>...|</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>30</td><td>8.45 a.</td><td>..</td><td>9·15</td><td></td><td>9·00</td><td>..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>11.00 a.</td><td>..</td><td>12·15</td><td></td><td>12·00</td><td>..</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>3.30 p.</td><td>..</td><td>3·45</td><td></td><td>4·00</td><td>...</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ottob. 1</td><td>10.15 a.</td><td>...</td><td>9·10</td><td></td><td>9·00</td><td>...|...|...|</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4.30 p.</td><td>...|.</td><td>12·10</td><td></td><td>12·05</td><td>...|...|...|...|..</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>7.00 p.</td><td>...</td><td>4·20</td><td></td><td>5·30</td><td>...|...|...|...</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>9.45 a.</td><td>..</td><td>10·15</td><td></td><td>7·00</td><td>...|...|...|...</td><td></td><td>F</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>2.15 p.</td><td>...|...|.</td><td>12·35</td><td></td><td>12·30</td><td>...|...|...|.</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4.20 p.</td><td>...|..</td><td>4·15</td><td></td><td>4·08</td><td>...|...|.</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>10.45 a.</td><td>...</td><td>9·10</td><td></td><td>9·00</td><td>...|...|..</td><td></td><td>F B</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>1.00 p.</td><td>...|.</td><td>12·25</td><td></td><td>12·15</td><td>...|...|..</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>6.30 p.</td><td>...</td><td>4·25</td><td>..</td><td>4·15</td><td>...|.</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>8.45 a.</td><td>...|.</td><td>9·00</td><td>...|..</td><td>9·15</td><td>...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|</td><td></td><td>F B V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12.10 a.</td><td>...</td><td>12·20</td><td>...</td><td>12·15</td><td>...|...|...|...|..</td><td>—</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>6.00 p.</td><td>...</td><td>3·35</td><td>...</td><td>3·30</td><td>...|...|...|...|...|..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Date	Ore	Pendolo lungo 82 c. con peso di gr. 100 collocato nel fabbricato	Ore	Pendolo lungo m. 1.20 con peso di gr. 18 collocato a 10 m. sotterra entro un cunicolo scavato nella lava basaltina	Ore	Pendolo lungo m. 3.30 con peso di gr. 11. 900 collocato entro una grotta scavata nelle scorie vulcaniche compatte	Curva barometrica	Agitazioni verificate a Firenze Bologna e Vesuvio	Terremoti notevoli avvenuti in tempo delle osservazioni
Ottob. 5	10.00 a.	..	9·45	...|..	9·15	...|...|.		F B V	
	12.30 p.	..	12·20	...	12·15	...|...|	+		
	9.15 p.	..	3·35		3·30	...|.			
6	7.30 a.	...|..	9·10		9·00	...|.		V	
	12.00 m.	..	12·20		12·15	...|.	+		
	4.50 p.	..	5·40	...|.	3·15	...|.			3-4 p. Velletri
7	9.30 a.	...	9·50	.	9·45	...|		F B V	
	11,45 a.	..	12·05		12·00	...|	+		4.45 p. grande terremoto di Romagna e Toscana,
	4.00 p.	..	4·20		4·15	...|			che ebbe centro nell'Appennino presso Marradi
8	8.45 a.	..	9·10		9·00	...|		F V	5 a. Velletri - Montecassino
	9.15 a.	.	—		—		+		
	6.00 p.		6·10		6·05	...|			
9	9.00 a.		—		9·00	...|		F B V	
	12.30 p.		12·15		12·00	...|..	+		
	4.20 p.	..	4·15	..	4·00	...|			
10	9.15 a.		9·10		9·00	...|..|.		V	
	12.15 p.	.	12·10		12·00	...|..	+		
	3.45 p.		3·40		3·35	...|..			
11	7.45 a.		10·45		10·35	...|..		B	
	11.30 a.	..	—		12·10	...|	+		
	6.00 p.	.	—		—				
12	7.30 a.	..	8·45	.	9·00	...			
	3.45 p.	..	12·10		12·05	...|	+		
	8.45 p.	..	4·10		4·00	...|			
13	7.30 a.	...|.	9·40	.	9·30	.			
	9.45 a.	...|..	12·10		12·00	..			
	3.15 p.	..	3·38		3·30	...|			
14	5.45 a.	..	—		12·00				
	11.00 a.	..	12·05		3·15	...|..	+		
	4.30 p.		4·00		3·45	...|...|			
15	7.30 a.		9·15		9·00	...		F	
	10.15 a.	.	—		12·00	...|	+		
	7.00 p.	..	—		3·45	...|			
16	8.45 a.	...|..	9·10	...|...|...|...|..	9·00	...|...|...|...|..		F B	
	1.45 p.	...|..	11·10	...	10·45	...|...|...|...|...|...|	+		
	9.00 p.	...|.	12·30	...	12·05	...|...|...|...|...|...|...|..			
17	8.45 a.	..	9·15	.	9·00	...|...|...|...|..		F B	
	11.30 a.	..	11·50	.	11·45	...|...|...|...|..	+		
	3.20 p.	..	3·50	.	3·10	...|...|...|...|...|...|...			
18	5.00 a.	..	9·10		9·00	..|..			4.30 a. Tossignano, 6,00 a. Moncalieri, 6.45 a.
	11.45 a.	..	12·15		12·00	..	+		Malta, Cabul, Guatimala. (Rocca di Papa
	6.45 p.	..	—		3·15	...|			
19	6.45 a.		7·15		6·50	...|.		F	
	6.20 p.	.	—		8·00	...|	+		
	7.45 p.		6·15		6·10	...|			

<table>
<tr><th>Date</th><th>Ore</th><th>Pendolo lungo 82 c. con peso di gr. 100 collocato nel fabbricato</th><th>Ore</th><th>Pendolo lungo m. 1.20 con peso di gr. 18 collocato a 10 m. sotterra entro un cunicolo scavato nella lava basaltina</th><th>Ore</th><th>Pendolo lungo m. 3.30 con peso di gr. 11.900 collocato entro una grotta scavata nelle scorie vulcaniche compatte</th><th>Curva barometrica</th><th>Agitazioni verificate a Firenze Bologna e Vesuvio</th><th>Terremoti notevoli avvenuti in tempo delle osservazioni</th></tr>
<tr><td>Ottob. 20</td><td>9.30 a.</td><td>..</td><td>9·50</td><td></td><td>9·45</td><td>..</td><td></td><td>F B</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>3.45 p.</td><td>..</td><td>12·40</td><td></td><td>12·30</td><td>...|</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>9.30 p.</td><td>...</td><td>4·15</td><td>.</td><td>4·00</td><td>...|..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>21</td><td>8.00 a.</td><td>...</td><td>——</td><td></td><td>10·15</td><td>...|...|</td><td></td><td>F B</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>11.45 a.</td><td>...</td><td>12·05</td><td>.</td><td>12·00</td><td>...|...|...|..</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>6.30 p.</td><td></td><td>——</td><td></td><td>——</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>22</td><td>9.00 a.</td><td>..</td><td>9·10</td><td></td><td>9·00</td><td>...|..</td><td></td><td>F B V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12.00 m.</td><td>..</td><td>12·20</td><td></td><td>12·15</td><td>...|..</td><td>—</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4.45 p.</td><td>..</td><td>4·55</td><td></td><td>4·50</td><td>...|...|..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>23</td><td>8.00 a.</td><td>..</td><td>9·15</td><td></td><td>9·00</td><td>...|...|..</td><td></td><td>F B V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>8.45 a.</td><td>.</td><td>12·15</td><td></td><td>12·00</td><td>...|...|...|...</td><td>—</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>3.00 p.</td><td>.</td><td>3·25</td><td></td><td>3·15</td><td>...|...|...|...|...|...|...|..|.</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>24</td><td>8.30 a.</td><td>...</td><td>——</td><td></td><td>8·45</td><td>...|...|...</td><td></td><td>F B V</td><td>notte, Messina, 2 a. Catanzaro, 2.10 a. Cosenza, (2.20 a. Oppidomamertino</td></tr>
<tr><td></td><td>——</td><td></td><td>——</td><td></td><td>12·00</td><td>...|...|..</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>8.00 p.</td><td>...</td><td>——</td><td></td><td>4·00</td><td>...|...|...|...|...|...|...|...|...|</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>25</td><td>7.20 a.</td><td>...|.</td><td>7·15</td><td>...|...|.</td><td>9·15</td><td>...|...|...|...|...|...|..</td><td></td><td>V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12.00m.</td><td>...|..</td><td>12·30</td><td>..</td><td>12·15</td><td>...|...|...|</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>3.00 p.</td><td>...|.</td><td>4·10</td><td>.</td><td>4·00</td><td>...|...|...</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>26</td><td>8.45 a.</td><td>...|...</td><td>8·50</td><td>...</td><td>9·00</td><td>...|...|...|</td><td></td><td>F V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>11.15 a.</td><td>...</td><td>11·30</td><td>...|..</td><td>11·20</td><td>...|...|.</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4.45 p.</td><td>...</td><td>5·20</td><td>...</td><td>5·15</td><td>...|..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>27</td><td>7.30 a.</td><td>.</td><td>9·45</td><td>.</td><td>9·30</td><td>..</td><td></td><td>B V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>11.45 a.</td><td>..</td><td>12·00</td><td>.</td><td>11·50</td><td>...|...|.</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>8.00 p.</td><td>...</td><td>3·40</td><td>.</td><td>3·30</td><td>...|</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>28</td><td>8.15 a.</td><td>.</td><td>9·45</td><td>..</td><td>9·30</td><td>...|...|</td><td></td><td>B V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>6.30 p.</td><td>..</td><td>——</td><td></td><td>——</td><td></td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>8.00 p.</td><td></td><td>——</td><td></td><td>——</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>29</td><td>10.30 a.</td><td>..</td><td>10·36</td><td>.</td><td>10·30</td><td>...</td><td></td><td>V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12.00m.</td><td>..</td><td>12·00</td><td>..</td><td>12·00</td><td>...</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4.00 p.</td><td>.</td><td>4·00</td><td></td><td>4·00</td><td>...|..</td><td></td><td></td><td>4. 30 a. circa, Pinerolo, Crissolo, Saluzzo Casteldelfino ecc.</td></tr>
<tr><td>30</td><td>9.00 a.</td><td></td><td>——</td><td></td><td>9·15</td><td>...</td><td></td><td>V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12.00m.</td><td></td><td>——</td><td></td><td>12·15</td><td>...</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>8.00 p.</td><td>.</td><td>——</td><td></td><td>——</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>31</td><td>7.30 a.</td><td>..</td><td>9·35</td><td></td><td>9·30</td><td>..</td><td></td><td>V</td><td>Catanzaro</td></tr>
<tr><td></td><td>8.15 a.</td><td>..</td><td>1·30</td><td></td><td>1·15</td><td>..</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>6. p.</td><td></td><td>——</td><td></td><td>——</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Nov. 1</td><td>8.30 a.</td><td>.</td><td>9·10</td><td></td><td>9·00</td><td>...|</td><td></td><td>V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12.30 p.</td><td>..</td><td>12·45</td><td>.</td><td>12·35</td><td>.</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>7.00 p.</td><td>.</td><td>4·10</td><td></td><td>4·00</td><td>...</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>8.00 a.</td><td></td><td>——</td><td></td><td>8·10</td><td></td><td></td><td>V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12.00m.</td><td></td><td>12·00</td><td></td><td>12·00</td><td>..</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4.00 p.</td><td></td><td>4·00</td><td></td><td>4·00</td><td>..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>8.00 a.</td><td></td><td>——</td><td></td><td>8·35</td><td>...|..</td><td></td><td>V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12.00m.</td><td></td><td>——</td><td></td><td>——</td><td></td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>3.00 p.</td><td></td><td>——</td><td></td><td>——</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Date</th><th>Ore</th><th>Pendolo lungo 82 c. con peso di gr. 100 collocato nel fabbricato</th><th>Ore</th><th>Pendolo lungo m. 1.20 con peso di gr. 18 collocato a 10 m. sotterra entro un cunicolo scavato nella lava basaltina</th><th>Ore</th><th>Pendolo lungo m. 3.30 con peso di gr. 11. 900 collocato entro una grotta scavata nelle scorie vulcaniche compatte</th><th>Curva barometrica</th><th>Agitazioni verificate a Firenze Bologna e Vesuvio</th><th>Terremoti notevoli avvenuti in tempo delle osservazioni</th></tr>
<tr><td>Novem. 4</td><td>7.00 a.</td><td></td><td>8·20</td><td></td><td>8·15</td><td>..</td><td></td><td>V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>8.00 a.</td><td></td><td>—</td><td></td><td>—</td><td></td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>8.00 p.</td><td>.</td><td>—</td><td></td><td>8·15</td><td>...|</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>8.00 a.</td><td>.</td><td>9·10</td><td></td><td>9·05</td><td>..</td><td></td><td>F V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12.00 m.</td><td></td><td>12·15</td><td></td><td>12·05</td><td>...</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>3.00 p.</td><td>.</td><td>4·15</td><td></td><td>4·00</td><td>...</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>8.15 a.</td><td>..</td><td>9·10</td><td></td><td>9·00</td><td>...|</td><td></td><td>V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>11.45 a.</td><td></td><td>12·05</td><td></td><td>12·00</td><td>..</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>2.15 p.</td><td></td><td>3·55</td><td></td><td>3·45</td><td>...|</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>7</td><td>10.05 a.</td><td>...|.</td><td>9·55</td><td>.</td><td>9·50</td><td>...</td><td></td><td>B V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>1.00 p.</td><td>...|.</td><td>2·35</td><td>...</td><td>2·15</td><td>...</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>2.05 p.</td><td>...</td><td>4·20</td><td>.</td><td>4·15</td><td>...|</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>8</td><td>9.15 a.</td><td>...|.</td><td>9·05</td><td>...</td><td>8·40</td><td>...|</td><td></td><td>V</td><td>9 a. S. Pietro infine</td></tr>
<tr><td></td><td>12.00 m.</td><td>...</td><td>1·15</td><td>.</td><td>11·50</td><td>...</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>2.15 p.</td><td>...</td><td>5·10</td><td></td><td>5·00</td><td>...|..</td><td></td><td></td><td>6.30 e 11 p. Monte Cassino</td></tr>
<tr><td>9</td><td>7.45 a.</td><td>...|.</td><td>9·25</td><td>...</td><td>9·00</td><td>..</td><td></td><td>B V</td><td>4.35 e 5.15 a Monte Cassino</td></tr>
<tr><td></td><td>9.30 a.</td><td>...</td><td>1·40</td><td></td><td>1·20</td><td>...|</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>1.50 p.</td><td>..</td><td>5·12</td><td>..|..</td><td>5·00</td><td>.</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>10</td><td>8.51 a.</td><td>...|...|.</td><td>10·55</td><td>..</td><td>9·00</td><td>...|..</td><td></td><td>B V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>9.16 a.</td><td>...</td><td>12·15</td><td>..</td><td>10·40</td><td>...|..</td><td>+</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>2.00 p.</td><td>..</td><td>4·30</td><td></td><td>4·45</td><td>...|..</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>11</td><td>9.00 a.</td><td>..</td><td>—</td><td></td><td>—</td><td></td><td></td><td>V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12.00 m.</td><td></td><td>12·05</td><td></td><td>12·15</td><td>...</td><td>—</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>1.45 p.</td><td></td><td>—</td><td></td><td>—</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>12</td><td>—</td><td></td><td>—</td><td></td><td>—</td><td></td><td>—</td><td>F B V</td><td></td></tr>
<tr><td>13</td><td>—</td><td></td><td>—</td><td></td><td>—</td><td></td><td>—</td><td>F B V</td><td>mattina, Messico, 6 a. Velletri
2 p. Vesuvio, 2.45 p. Velletri, 4 p. Vesuvio, 4.44 p. Cosenza</td></tr>
<tr><td>14</td><td>—</td><td></td><td>—</td><td></td><td>—</td><td></td><td>—</td><td>F B V</td><td>1. 50 e 2 a. Tossignano, 2 e 6. 30 a. Ronta, 8.50 e 11.30 a. Velletri</td></tr>
<tr><td>15</td><td>—</td><td></td><td>—</td><td></td><td>12·00</td><td>...|...|...|...|...|...|...|...|.</td><td>—</td><td>F B V</td><td></td></tr>
<tr><td>16</td><td>—</td><td></td><td>—</td><td></td><td>12·00</td><td>...|..</td><td>—</td><td>F B V</td><td></td></tr>
<tr><td>17</td><td>—</td><td></td><td>—</td><td></td><td>12·00</td><td>...|...|...|</td><td>—</td><td>F B V</td><td></td></tr>
<tr><td>18</td><td>—</td><td></td><td>—</td><td></td><td>12·00</td><td>...|...|...|..</td><td>—</td><td>F B V</td><td>notte, Campello, 0.05 a. Ascoli</td></tr>
<tr><td>19</td><td>—</td><td></td><td>—</td><td></td><td>12·00</td><td>...|...|...|...|..</td><td>—</td><td>F B V</td><td></td></tr>
<tr><td>20</td><td>—</td><td></td><td>—</td><td></td><td>12·00</td><td>...|...|...|..</td><td>—</td><td>F B V</td><td>12. 30 p. San Pietro infine, 1. 46 p. Velletri, 12 p. Moncalieri.</td></tr>
<tr><td>21</td><td>—</td><td></td><td>—</td><td></td><td>12·00</td><td>...|...|...|...|...|...|</td><td>—</td><td>F B V</td><td>7,30 a. San Pietro infine.</td></tr>
</table>

Date	Ore	Pendolo lungo 82 c. con peso di gr. 100 collocato nel fabbricato	Ore	Pendolo lungo m. 1.20 con peso di gr. 18 collocato a 10 m. sotterra entro un cunicolo scavato nella lava basaltina	Ore	Pendolo lungo m. 3.30 con peso di gr. 11.900 collocato entro una grotta scavata nelle scorie vulcaniche compatte	Curva barometrica	Agitazioni verificate a Firenze Bologna e Vesuvio	Terremoti notevoli avvenuti in tempo delle osservazioni
Nov. 22	—		—		12·00	...	—	F B V	
23	—		—		12·00	...|	+	F B V	
24	—		—		12·00	...	—	F B V	
25	—		—		12·00	...|...|...|...|..	—	F B V	
26	—		—		12·00	...|	—	B V	
27	—		—		12·00	..	—	V	
28	—		—		12·00	...|..	—	F B V	
29	—		—		12·00	...|...|.	—	F B V	
30	—		—		12·00	...	—	F B V	
Decem. 1	—		—		12·00	...	+	F R V	9.20 Valdobbia, Ivrea, Varallo ecc.
2	—		—		12·00	...|...|...|...|...|...|...|...|..	—	F B V	
3	—		—		12·00	...|...|...|...	+	F B V	5.45 a. Ivrea, 8.27 a. Sassuolo
4	—		—		12·00	...|...|...|...	—	F B V	4.38 a. Bologna, Porretta
5	—		—		12·00	...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|..	—	F B V	Grande terremoto nella Terra di Lavoro, Napoli e provincie romane, che ebbe centro nell'Apennino presso Alvito.
6	—		—		12·00	...|...|...|...|...	+	F B V	
7	—		—		12·00	...|	+	F B V	4.15 e 6.30 a. Alvito ecc., 2 a. Cosenza Potenza, 6.40 p. Marsico Nuovo, 7.30 p. Cosenza.
8	—		—		12·00	...|..	+	B V	

(*SPECCHIO III.*) DELLE OSSERVAZIONI MICROSCOPICHE DELLE OSCILLAZIONI DEI PENDOLI FATTE IN ROCCA DI PAPA ED IN ROMA DAL 9 DECEMBRE 1874 AL 28 FEBBRAIO 1875.

<table>
<tr><th>Date</th><th>Ore</th><th>ROMA
Pendolo di 95 c. con peso di 52 gr. collocato in casa</th><th>Ore</th><th>ROCCA DI PAPA
Pendolo lungo 3.30 c. etc. collocato sotterra</th><th>Curva barometrica</th><th>Agitazioni verificate a Firenze Bologna e Vesuvio</th><th>Terremoti notevoli avvenuti in tempo delle osservazioni</th></tr>
<tr><td>Decem. 9</td><td>——</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5·30 a. Roma</td></tr>
<tr><td></td><td>4·00</td><td>...|</td><td>12·00</td><td>...|...|...|...</td><td>+</td><td>F B V</td><td>11·24 a. Roma</td></tr>
<tr><td></td><td>8·00</td><td>...|...|...|...|...|...|</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3·45, 7·30, e 9 p. Roma, 11·30 p. Moncalieri</td></tr>
<tr><td>10</td><td>10·40</td><td>...|...|...|...|...|...|</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4·40</td><td>...|...|...|...|..</td><td>12·00</td><td>...|...|...|...|...|...|.</td><td>—</td><td>F B V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>9·30</td><td>...|...|...|</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>11</td><td>8·00</td><td>...|...|...|...|...|...|</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>5·00</td><td>...|...|.</td><td>12·00</td><td>...|...|...|...|..</td><td>—</td><td>F B</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>8·30</td><td>...|..</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>12</td><td>10·40</td><td>...|...|...|</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4·00</td><td>...|...|...|</td><td>12·00</td><td>...|...|...|...|...</td><td>—</td><td>F B V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>10·40</td><td>...|...|...|</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>13</td><td>10·00</td><td>...|...|...|...|...|.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>fra le 12 e l'1 p. Stelvio</td></tr>
<tr><td></td><td>4·00</td><td>...|...|...|</td><td>12·00</td><td>...|...|...|...|...|.</td><td>—</td><td>F B</td><td>11·15 p. Ivrea</td></tr>
<tr><td></td><td>10·40</td><td>...|...|...|</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>14</td><td>9·40, 12·00</td><td>...|...|...|...|...|...|</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>12·40, 4·00</td><td>...|...|...|...|...|...|</td><td>12·00</td><td>...|...|...|...</td><td>—</td><td>F</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>6·20</td><td>...|...|...|</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>15</td><td>10·00</td><td>...|...|...|...|..</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>3·20</td><td>...|...|.</td><td>12·00</td><td>...|...|...|...</td><td>—</td><td>F B V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>10·00</td><td>...|..</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>16</td><td>10·40</td><td>...|..</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>4·00, 5·00</td><td>...</td><td>12·00</td><td>...|..</td><td>—</td><td>F B</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>8·00</td><td>...</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>17</td><td>9·40, 10·40</td><td>...|...|...|</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>2·00</td><td>...|...|.</td><td>12·00</td><td>...|...|...|...|..</td><td>—</td><td>F B</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>7·20</td><td>...|...|...|</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>18</td><td>9·00, 10·30</td><td>...|...|.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>2·00</td><td>...|...|...|...</td><td>12·00</td><td>...|...|...|...|...|...|...</td><td>+</td><td>F B V</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>9·00, 10·00</td><td>...|...|.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>19</td><td>8·00</td><td>...|...|...|</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>1·00</td><td>...|..</td><td>12·00</td><td>...|...|...|...|...|...|...|</td><td>—</td><td>F B</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>9·30</td><td>...|...|...|...|...|.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>20</td><td>9·20</td><td>...|...|...|...|...|.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>——</td><td></td><td>12·00</td><td>...|...|...|...|...|.|..|..|...|.</td><td>—</td><td>F B</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>7·20</td><td>...|...|...|...|...|...|</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>21</td><td>10·40</td><td>...|...|...|...|..</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>5·00, 6·00</td><td>...|...|.</td><td>12·00</td><td>...|...|...|...|...|...|...|...|...|.</td><td>—</td><td>F B</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>10·20</td><td>...|...|...|...|...|...|</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>22</td><td>10·00</td><td>...|...|...|...|...|</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>2·00</td><td>...|...|...|...|...|</td><td>12·00</td><td>...|...|...|...|...|...|...|...|...|.</td><td>—</td><td>F B</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>5·00</td><td>...|...|...|...|...|.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>notte Terracina</td></tr>
</table>

Date	Ore	ROMA Pendolo di 95 c. con peso di 52 gr. collocato in casa	Ore	ROCCA DI PAPA Pendolo lungo 3.30 c. etc. collocato sotterra	Curva barometrica	Agitazioni verificate a Firenze Bologna e Vesuvio	Terremoti notevoli avvenuti in tempo delle osservazioni
Decem. 23	7·45	...|...|.	12·00	...|...|...|...|...|..	—	F B	3 a. Terracina
	0						
	0						
24	7·40	...|..	12·00	...|	+	B	
	3·40						
25	0		12·00	...|	+	F B	3.15 a. S. Croce, Vittorio, Belluno, 9.15 a. Tolmezzo
	5·40						
26	11·00	...|...|...|...	12·00	...|..	—	F B	7 a. Velletri
	5·00						
	9·00	...|...|...|...|...|...|					
27	7·40	...|..	12·00	...|...|	—		2.25 a. Belluno, 3 a. Alpago 12 Velletri
	2·00	...|...|.					
	0						
28	10·00	...|...|.	12·00	...|	—	F B	
	5·40	...|...|.					
	9·00	...					
29	9·00	...|...|...|	12·00	...|...|...|...|...|...|	—	F B	
	1·00	...|...|...|.					
	11·00	...|..					
30	9·40	...|...|...|...	12·00	...|...|...|...|...|...|	—	F B	
	12·40, 5·40	...|..					
	0						
31	8·00, 10·30	...	12·00	...|...|...|...|...|...|	—	F B	
	4·40	...|...|...|					
	10·40	...|...|...|					
Genn. 1 1875	9·00	...|...|.	22·00	...|...	—	F B	notte, Roma e Rocca di Papa 0.51 p. Palermo, 1.25 p. Messina
	1·00	...|...|...|					
	11·00	...|...|.					
2	10·00	...|..	12·00	...|...|..	—	F B	
	5·20	...|..					
	12·00	...|..					
3	11·30	...|...|...|	12·00	...|...|...|...|...|..	+	F B	
	12·40	...|..					
	8·00	...					
4	8·00	...	12·00	...	+		
	6·00	...|					
	10·30	...|...					
5	8.40,10.20,10.40	...|	12·00	...	+	B V	
	1·20, 1·40	...					
	10·45	...|...					

Date	Ore	ROMA Pendolo di 95 c. con peso di 52 gr. collocato in casa	Ore	ROCCA DI PAPA Pendolo lungo 3.30 c. etc. collocato sotterra	Curva barometrica	Agitazioni verificate a Firenze Bologna e Vesuvio	Terremoti notevoli avvenuti in tempo delle osservazioni
Genn. 6	8·00, 8·40	...|...|					
	1·30, 4·00	...|.	12·00	...|...|...|..	+		
	9·00	...|..					
7	10·30	...|					
	5·40	...|..	12·00	...|	+		
	9·00	..					9·10 p. Acireale e dintorni
8	8·30, 10·00	...|					Acireale, Riposto e falde dell'Etna, notte Velletri
	12·20	...|..	12·00	...	+		12 Frascati
	7·20	.					
9	8.20,10.00,12.00	.					
			12·00	...|..	+		
	6·20, 7·20	...|					10 p. Portico
10	11·30	..		...|			9 a. Portico, 10.30 a. Rocca di Papa
	12·40, 5·40	.	12·00	...|..	+	B	Velletri, Roma
	6·30	...					8 p. e 12 p. Portico
11	8·30	...|...					3·55 a. Ivrea
	2·30	...|..	12·00	...|..	+	B	Portico
	6·20, 8·40	...					11·50 p. Bologna
12	9·00, 11·40	...|..					
	5·00	...|..	12·00	...|...|..	+		
	8·30	...|.					
13	7·00	...|					4 a. Ivrea
	12·45	...	12·00	.	+		
	11·30	...|					
14	10·30	...|..					
	4·40	...|...|...|...|...|...|...|...|..	12·00	...	+	F B	
	11·00	...|					
15	7·45	..					
	1·30, 6·00	.	12·00	...	+		
	7, 8, 9·00	.					
16	9·00, 10·40	...|					
	2·30,3·00,6·00	.	12·00	...|...|..	+	B	
	11·00	...|					
17	11·00	...|...|...|..					
	1·00, 3·45	...|...|...|	12·00	..	—	F	
	11·00	...|.					
18	8·30	...|..					notte, Portico
	1·00	...|..	12·00	...|...|...|...|..	+	F B	
	9·00	...|..					9·10 p. Roma
19	9·40, 11·40	...|					
	3·30	...|.	12·00	...|...	+	F B	
	7·00	.					
20	11·00	...|					conati eruttivi, Etna
	2·00	...|	12·00	...|..	+	B	
	7, 8, 9, 10·00	..					

Date	Ore	ROMA' Pendolo di 95 c. con peso di 52 gr. collocato in casa	Ore	ROCCA DI PAPA Pendolo lungo m. 3.30 etc. collocato sotterra	Curva barometrica	Agitazioni verificate a Firenze Bologna e Vesuvio	Terremoti notevoli avvenuti in tempo delle osservazioni
Genn. 21	11·40, 12·00						1·05 a. Forlì, Cesena
	1·00		12·00		+	F B	
	10·00						
22	10·20						5 a. Forlì
	2·40		12·00		—	F B	3 p. Roma
	8·30						
23	9·40						12·30 a. Camerino, 5.59 a. Russi e Castel Bolognese, 7 e 9.30 a. Faenza, Forlì, Portico Ravenna.
	4·15		12·00		+	F B	
	7·00, 9·00						
24	11·00						12 e 3 a. Ravenna, Rimini.
	5·00		12·00		+	F B	10.45 a. Forlì, 11.45 a. Modigliana.
	8·30						8 p. Portico.
25	9·40, 10·00						10 a. Forlì e Rimini, 1 a. Ravenna, 12.4 e 4.14 a.
	5·20		12·00		+	F B	(Russi, 2.5 a. Monte Cassino, 5 a. Ascoli.
	7·00						
26	9·00		12·00			F B	0·20 a. Forlì, 1 a. Bologna, 8 a. Rortico.
	6·00		4·00		+		
	7·00		5·00				
27	8·00		7·30				
	5·00		12·00		+	F	Monghidoro
	10·00						
28	9·30						2.25 e 2.32 a. Forlì
	1·00		12·00		+	F	
	8·00						
29	10·00						
	6·00		12·00		+		
	7·40, 9·00						
30	7.45, 10.00, 10.30						
	1.00, 5.00, 6.00		12·00		+		
	11·20						
31	9·00, 11·40		12·00				
	2·00, 3·40		2·30		+	F B	
	8·40, 9·20		5·00				
Febb. 1	11·20	(1)	12·00				
	3·20		2·00		+	F B	
	8·00						
2	9·20						
	2·40		12·00		+	B	
	7·30						
3	9·20, 9·40						
	4·00		12·00		—	F B	
	7·00, 8·00						

(1) Dal 1 Febbraio si è mutato l'apparecchio ed il pendolo è lungo m. 1·40 e porta un peso di gr. 100 circa.

Date	Ore	ROMA Pendolo di 95 c. con peso di 52 gr. collocato in casa	Ore	ROCCA DI PAPA Pendolo lungo 3.30 c. etc. collocato sotterra	Curva barometrica	Agitazioni verificate a Firenze Bologna e Vesuvio	Terremoti notevoli avvenuti nel tempo delle osservazioni
Febb. 4	9·00	...|...|..					
	6·00	...|...|..	12·00	...|..		F B	
	8·00	...|...|..					
5	12·00	...|...|...|...|...|...|					
	4·40	...|...|...|...|...|...|...|...|...|	12·00	...|...|...|...|..	—	F B	
	7·00	...|...|...|...|...|...|					
6	10·30	...|...|...|..					
	5·20	...|...|...|	12·00	...|...|...|...|..	+	F B	1·28 p. Bologna
	11·40	...|...|					5·53 p. Frascati
7	12·00	...|...|...|...|...|					9·29 a. Bologna
	12·40	...|...|...|...	12·00	...|...|.	+	F B	
	7·00	...|...|					8.18 p. Bologna
8	10, 10·30	...|..					notte, Cesena
	3·00	...|...|	—		—	B	12·54 p. Bologna
	8·00	...|...					
9	9·00	...|...|					
	2·00	...|...|...	—		—		
	7·00	...|					
10	9·30	...|..					
	1·00	...|...	—		—		
	9·40	...|...|...|...|...|					
11	10·30	...|...|...|					
	1·40	...|...|...|	—		+	B	4·19 p. Bologna
	9·20, 10·20	...|...					7. p. Forlì
12	9·40, 10·20	...|...|...|...|...|...|...|...|					
	12·15	...|...|...|...|...|...|	12·00	...|...	+	B	
	11·15	...|...|...|...|					
13	7·30, 8·30	...|...|...|					
	2·40, 3·20	...|...|...|	12·00	...|..	—	F B	
	10·40	...|...|...|...|					
14	11·40	...|...|...|...|...|					
	12·15	...|...|...|...|	12·00	...|...|...|...|...|..|.	—	F B	
	9·30	...|...|...|...|..					
15	10·45	...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|					
	1·15	...|...|...|...|...|	—		+	F B	
	9·20	...|...|...|...|					
16	9·30	...|.					
	1·00	...|...|.	12·00	...|...|.	+	F B	
	10·30	..					
17	12·00	...|...|					
	5·30	...|	—		—	B	
	10·00	...					
18	9·00	...|...|...|...|...|					
	1·40	...|...|...|...|...|...|...|...|	12·00	...|...|...|...|...|...|...|..	—	F B	
	11·00	...|...|...|...|...|...|					

Date	Ore	ROMA Pendolo di 95 c. con peso di 52 gr. collocato in casa	Ore	ROCCA DI PAPA Pendolo lungo 3.50 c. etc. collocato sotterra	Curva barometrica	Agitazioni verificate a Firenze Bologna e Vesuvio	Terremoti notevoli avvenuti in tempo delle osservazioni
Febb. 19	9·30						
	5·00					F B	
	9·15, 10·00						
20	11·00, 12·00						
	12·45, 1·30					F B	
	7·30						
21	8·40, 9·00						
	12·40, 2·00					F B	
	11·00						
22	9·00						5.30 a. Marsico Nuovo
	3·45		12·00				1.20 p. Alvito
	11·45						
23	11·15, 11·30						1.04 a. Marsico Nuovo
	12·15, 12·30		12·00			B	11—12 p. Roma
	7·00						
24	10·30						
	2·30					F B	
	11·00						
25	10·30		12·00				
	5·30		13·00			F B	
	6·15		5·00				
26	9·40						
	3·00					F B	
	6·15						
27	10·00						
	2·20		12·00			F B	
	7·30						
28	7·45, 11·30						
	12·30		12·00			F B	
	6·30						

ANNOTAZIONE — Nel momento di porre in macchina quest'ultimo foglio mi giunge il fascicolo 11 (22 Marzo) dei *Comptes Rendus* dell'Acc. delle Scienze di Parigi nel quale veggo il rapporto degli studi fatti dal Ch. Sig. Bouquet de la Grye nell'isola di Campbel in occasione del passaggio di Venere. Secondo quel rapporto è evidente che il Bouquet ha dovuto osservare col pendolo e con livelli alcuni movimenti microsismici simili agli osservati da me e dagli altri in Italia. Esso non conoscendo i nostri studi italiani ha creduto indicare un fenomeno nuovo. Ma alla scienza poco importa la priorità; essa guadagna nella moltiplicità delle verifiche di che si rallegra veramente chi lavora unicamente a fine di cercare il vero.

COMUNICAZIONI

Il Comitato Accademico composto dei chiarissimi signori R. P. Angelo Secchi Presidente, Prof. Cav. Mattia Azzarelli, Conte Ab. Francesco Castracane degli Antelminelli, Prof. Cav. Michele Stefano De Rossi, e Prof. Cav. Vincenzo Diorio Segretario, ai quali si aggiunse S. E. R. Monsig. Francesco Nardi Tesoriere, la sera del 28 Gennaio p. p. ebbe l'alto onore di essere ricevuto in particolare udienza dalla Santità di N. S. Papa Pio IX, e depose ai piedi del S. Padre il Tomo XXVII degli Atti che rappresentano l'anno XXVII (1873–74) della vita scientifica dell'Accademia alla quale il Regnante Sommo Pontefice diede l'attuale e continuante esistenza sino dai primordii del glorioso suo Pontificato. Sua Santità degnossi di accogliere la rappresentanza accademica con quella bontà che Le è tutta propria, e prendendo vivo interesse alle questioni scientifiche trattate in quel volume, mostrò l'alta sua soddisfazione per i nuovi lavori degli accademici ed insieme per quella fedeltà incrollabile con la quale vollero rimanere aderenti alla Istituzione primitiva, continuando a dirigere le loro fatiche a prò della scienza, della società e della religione. Avendo quindi il Segretario esposto alla Santità Sua come S. E. il Principe D. B. Boncompagni proseguiva generosamente a dare pubblicazione gratuita agli Atti dell'Accademia, Sua Beatitudine espresse la sua piena soddisfazione per questo bell'Atto dell'illustre e dotto Principe; ed intanto volle anch'Egli essere largo di un grazioso soccorso onde la bisogna accademica corresse più spedita. Finalmente accordando a tutti gli accademici la sua speciale Benedizione, colle più affettuose parole gli incoraggiò a proseguire alacremente nelle ricerche scientifiche, per crescere così gloria all'Accademia ed alla S. Sede che ne fu la novella Istitutrice e la Proteggitrice perenne.

Il Segretario partecipa una gentilissima lettera di Sua Emña. Revmña il Card. De Angelis Camerlengo di S. R. C. e Protettore dell'Accademia, colla quale ringrazia degli augurii ricevuti in occasione delle SS. Feste Natalizie, e per gli Atti accademici ricevuti.

COMITATO SEGRETO

Il Segretario avendo significato che, dietro istanza del Comitato Accademico, il Santo Padre, in vista della eccezionale condizione dei tempi, si era degnato

derogare al §. 13. Titolo IV degli Statuti, permettendo all' Accademia di eleggere singolarmente a voti segreti qualche socio ordinario occorrente a rimpiazzare i vuoti recati all'Accademia dalla morte, salva però sempre la Sovrana sua sanzione per la nomina definitiva del nuovo candidato, il Corpo Accademico deliberante raccoltosi in Comitato Segreto scelse a suo socio ordinario mediante votazione il Rev. P. Giuseppe Lais della Congregazione dei Preti dell'Oratorio, che riuscì eletto con 10 voti favorevoli su di 11 votanti.

Il Comitato Accademico avendo esaminato le Opere del sig. Egesippo Vallès, Ispettore Generale Onorario di ponti e strade in Francia, mandate in dono all'Accademia nostra, ed avendo riconosciuto il merito scientifico di quelle, propose al Corpo Accademico deliberante di votare per la nomina dell'autore sullodato a Corrispondente straniero dell'Accademia Pontificia de'Nuovi Lincei. La proposta essendo stata accettata, si procedette seduta stante alla votazione, ed il sig. Ingegnere E. F. Vallès rimase eletto a pieni voti.

SOCI PRESENTI A QUESTA SESSIONE

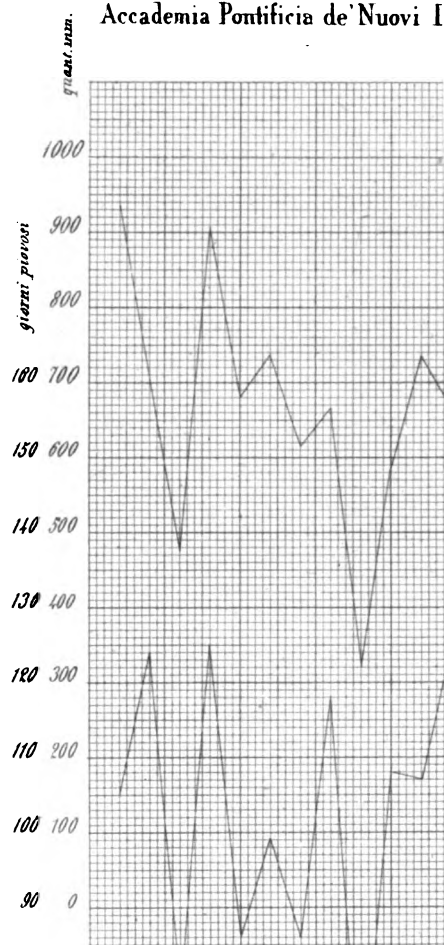
R. P. A. Secchi, Presidente – Mons. F. Regnani – P. F. S. Provenzali – Comm. A. Cialdi – Conte Ab. F. Castracane degli Antelminelli – Cav. Prof. Michele Stefano De Rossi – Prof. M. Azzarelli – Monsignor F. Nardi – Prof. G. Olivieri – D. B. Boncompagni – Prof. V. Diorio.

L'Accademia aperta legalmente alle ore 3 $\frac{1}{2}$ pom., fu chiusa alle ore 5 $\frac{1}{2}$.

OPERE VENUTE IN DONO

1. *Atti della R. Accademia delle scienze di Torino pubblicati dagli Accademici Segretari delle due classi.* Vol. X, Disp. 1ª (Novembre 1874). Stamperia Reale di Torino di G. B. Paravia e C. In 8.°
2. BONCOMPAGNI (B.) — *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche pubblicato da B. Boncompagni*, ecc. Tomo VII. Agosto 1874. Roma tipografia delle Scienze Matematiche e Fisiche, Via Lata, Num.° 211 A. 1874. In 4.°
3. GENOCCHI (A.) — *Intorno ad alcune lettere del Lagrange Nota di A. Genocchi.* Stamperia Reale di G. B. Paravia e C. 1874. (Estr. dagli *Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, Vol. IX. Adunanza del 21 Giugno 1874). In 8.°

CURVE S

Accademia Pontificia de' Nuovi I
quant. mm.
giorni piovosi
1000
900
800
160 700
150 600
140 500
130 400
120 300
110 200
100 100
90 0

ATTI
DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA
DE'NUOVI LINCEI

SESSIONE III^a DEL 21 FEBBRAJO 1875

PRESIDENZA DEL P. ANGELO SECCHI

MEMORIE E COMUNICAZIONI
DEI SOCI ORDINARI E DEI CORRISPONDENTI.

SERIE TERZA
DELLE MISURE MICROMETRICHE DELLE STELLE DOPPIE
FATTE ALL'EQUATORIALE DEL COLLEGIO ROMANO
DAL 22 GIUGNO 1872 A TUTTO IL 1874

DAL P. G. STANISLAO FERRARI

Ho l'onore di presentare all'Accademia la Serie III^a delle misure micrometriche delle stelle doppie e triple fatte all'Equatoriale di Merz dal 22 Giugno 1872 a tutto il decorso anno 1874.

Essa forma la continuazione di quelle che furono già fatte dal R. P. Secchi e pubblicate nel 1859 e 1866, ed ora affidatemi dal medesimo all'epoca del mio ritorno all'Osservatorio.

In questa 3^a Serie si contengono 1.° per la massima parte quelle stelle doppie o triple che non furono più esaminate dal 1859 fino al presente e per le quali restava dubbio il moto orbitale.

In 2.° luogo si sono prese nuovamente ad esame quelle che sono dotate di moto orbitale assai rapido e possono considerarsi come pianeti da osservarsi costantemente, come già faceva notare il P. Secchi nell'introduzione alla sua 2^a Serie.

3° Si sono riosservate quelle stelle per le quali risultava un moto sensibile sì, ma non troppo grande, e che meritava ulteriori osservazioni.

4° Soltanto 20 sono le stelle che trovansi tanto in questa quanto nella 2ª Serie a motivo del loro rapido movimento o di qualche altra particolarità, tutte le altre sono nuove dal 1859 in poi.

Il complesso è di 70 oggetti con 125 osservazioni. Ogni osservazione però risulta da varie misure indipendenti fra loro tanto per l'angolo di posizione come per la distanza, prese cioè, a seconda dello stato dell'aria, ora quattro ora cinque e più volte per ottenerne il medio valore più prossimo al vero.

Il confronto dei risultati di queste nostre osservazioni, specialmente riguardo alle stelle di moto orbitale assai rapido, come sarebbero, a cagion d'esempio, la ξ d'Orsa maggiore, η Corona, ξ Libbra, 70 p. Ofiuco, Castore ed altre, è stato assai soddisfacente e perfettamente concorde a quelli ottenuti da quei distinti Astronomi che si occupano di tali ricerche.

Certo che assai più copiosa potrebb'essere la quantità degli oggetti osservati; ma, oltre gli altri lavori astronomici, che interrompevano a quando a quando queste ricerche, che formano l'ordinario lavoro d'ogni notte serena; conviene osservare, che in questi due ultimi anni furono assai rare da noi le belle serate in ordine a questi studii; e sebbene fosse sereno il cielo, lo stato però cattivo, dall'atmosfera non ci consentiva di fare misure che valessero, trattandosi specialmente di rettificare e verificare talora assai leggieri moti orbitali, richiedendosi a ciò fare una bontà eccezionale nell' aria, il che è di poche ore soltanto in un anno intiero.

Il metodo tenuto in queste misure è quel medesimo che fù già descritto nelle precedenti memorie del R. P. Secchi, e sempre si è adoperato l'ingrandimento di 1000 volte. Sebbene poi la massima parte di queste osservazioni siano state fatte da me; per ciò che spetta ai più importanti oggetti, vi sono ancora le osservazioni del R. P. Secchi ed alcune del compianto collega l'ottimo P. Rosa. A complemento poi di questa 3ª Serie vi sono ancora inserite alcune osservazioni di stelle doppie fatte dal P. Secchi negli anni intermedii dal 1867 al 1872 ed in particolare alcune osservazioni di Sirio non ha guari scoperta per doppia, altre volte da esso esaminata in compagnia dell' astronomo O. Struve durante la sua dimora in Italia nell'inverno del 1865.

Serva questo tenue saggio, non fosse altro, ad attestare il mio buon volere verso questo onorevole consesso accademico; non potendo nella mia pochezza meglio corrispondere all'immeritato onore di appartenervi.

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria

Σ 12. 35 Pesci $\alpha = 0^h\ 7^m.\ 8;\ \delta = 8°\ 2'$

	1872. 958	148.° 34	11″. 517	3. 3	6. alb.	8. alb.	Ottima
	1873. 036	149. 00	11. 418	4. 3	. . . .	. . . .	Mediocre
M	1872. 997	148. 67	11. 467				
S	1856. 120	149. 81	11. 544				

Nessun moto; la piccola differenza può spiegarsi col diverso osservatore, dentro i limiti consueti in tal genere di osservazioni.

Σ 13. Cefeo 318. $\alpha = 0^h\ 8^m.\ 3;\ \delta = 76°\ 10'$

	1874. 826	93.° 11	0″. 471	3. 2	6. alb.	6.5 s. fl.	Aria ottima (*a*)
	1874. 829	93. 24	0. 471	4. 2	. . . .	. . . .	Aria vibrante
M	1874. 827	93. 17	0. 471				
S	1857. 522	102. 28	0. 697				
D	17. 305	— 9. 11	0. 226				

Moto certo in angolo, partendo dal 1866, 95, poichè il P. Secchi nella 2ª Serie gli dà un valore stazionario, di poco superiore a quello del 1856, cioè 103.° 56. Vi è una diminuzione notevole specialmente rapporto a Struve il quale da pel 1831, 50 il valore di 124.° 02. Maedler pel 1840,8 ha: 118.° 01. Più incerto è il vero valore della distanza.

(*a*) Distanza appena un filo nel 1866.

Σ 22. 38. Pesci. $\alpha = 0^h\ 10^m.\ 2;\ \delta = 8.°\ 6'$

	1872. 845	237.° 06	4″. 869	4. 3	7. fl. vir.	9. s.caer.	Aria vibrante
	1872. 958	239. 90	4. 576	4. 4	. . . .	. . . .	Ottima (*a*)
M	1872. 901	238. 48	4. 772				
S	1856. 814	235. 95	4. 286				
D	16. 087	2. 53	0. 486				

Niun moto certo in angolo. Struve pel 1830.88 ebbe 236.° 67. Anzi dai valori estremi che in 42 anni non giungono a 3° vuol giudicarsi fissa. La distanza altresì pare inalterata poichè Struve dà 4″. 687.

(*a*) Dischi nettissimi.

Σ 24. 69. Andromeda. $\alpha = 0^h\,11^m.\,2;\ \delta = 25°\,22'$

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
	1872. 953	249.° 13	5″. 217	5. 3	7. alb.	8.2 alb.	buona.
S	1856. 853	247. 46	5. 048				
D	16. 100	1. 67	0. 169				

Fissa. Struve pel 1831.11 dà 248.° 35 e 5″. 197.

Σ 67. $\alpha = 0^h\,44^m.\,8;\ \delta = 9°\,50'$

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
F	1873. 944	1.° 59	1″. 801	4. 3	8.2 alb.	8. 7 alb.	neb.
S	1857. 898	7. 38	1. 387				
Σ	1830. 910	13. 00	1. 583				
F–Σ	43. 034	–11. 41	0. 218				

Moto certo in angolo.

Σ 91. 160 Balena. $\alpha = 1^h\,0^m.\,0;\ \delta = -2°\,29$

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
	1873. 008	322.° 77	3″. 898	5 3	6. alb.	7.5 alb.	ottima
	1873. 017	322. 82	4. 074	6. 4	. . . .	. . . .	med.
M	1873. 012	322. 79	3. 986				
Σ	1831. 890	328. 83	3. 526				
D	41. 122	– 6. 04	0. 460				

Moto certo sebbene lentissimo in angolo confermato da Maedler e dal P. Secchi che hanno gl'intermedii. Più incerto è il valore della distanza, poichè assai diversi ed irregolari sono i valori dei diversi osservatori.

Σ 113. 42 Balena. $\alpha = 1^h\,12^m.\,8;\ \delta = -1°\,15'$

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
	1872. 953	345.° 78	1″. 424	5. 3	7. alb.	7.5 caer.	buona
	1872. 958	347. 38	1. 388	5. 3	. . . .	. . . .	med.
M	1872. 955	346. 58	1. 406				
S	1856. 482	339. 45	1. 169				
D	16. 473	7. 13	0. 237				

Si conferma il moto in angolo quantunque lento. Dal 1866,07 sarebbe stazionario, poichè il P. Secchi per quell'epoca dà: 346.° 93. La distanza ancora pare cresciuta.

(a) Distanza quasi un filo, bene staccate.

Σ 117. ψ Cassiopea. $\alpha = 1^h\ 16^m, 1;\ \delta = 67^\circ\ 24'$

A : B

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
	1874. 829	105.° 10	28″. 417	4. 2	4 . . .	9 alb.	med. diffuse
	1874. 838	107. 02	28. 577	4. 3	. . . .	. . . .	b.
M	1874. 833	106. 00	28. 497				
S	1858. 822	104. 88	29. 592				
D	16. 011	1. 18	1. 095				

Se vi è moto, certo è lentissimo, continua la lenta diminuzione della distanza ed il lento crescere dell'angolo.

B : C

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.
	1874. 829	267.° 29	3.″ 142	4. 2
	1874. 838	267. 26	3. 072	4. 3
M	1874. 833	267. 23	3. 107	

Nel 1858, 822 il P. Secchi ebbe: 256.° 45 | 2″. 255. Sarebbe assai rapido il moto anche in questo binario.

Σ 140. $\alpha = 1^h\ 30^m.\ 6;\ \delta = 40^\circ\ 21'$

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
	1873. 947	174.° 19	3″. 602	4. 2	5 alb.	9 alb.	buona
S	1858. 416	170. 16	3. 238				
D	15. 531	4. 03	0. 364				

Moto dubbio poichè Struve nel 1833, 13 ha 172.° 3; invece di diminuire dal 1858 sarebbe cresciuto l'angolo. Si riosservi.

Σ 155, $\alpha = 1^h\ 36^m.\ 8;\ \delta = 8^\circ\ 47'$

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
	1872. 848	328.° 96	5″. 438	4. 3	7. alb.	7.5 alb.	vibr. (*a*)
	1872. 953	328. 40	4. 794	5. 3	. . . .	. . . .	med.
	1872. 958	329. 28	5. 209	5. 3	. . . .	. . . .	med.
M	1872. 919	328. 88	5. 147				
S	1855. 955	330. 75	4. 609				
D	16. 964	1. 87	0. 538				

Seguita a calare l'angolo lentamente e sarebbe stazionario dal 1866, 51 come pure la distanza sembra cresciuta, ma il piccolo aumento può dipendere dalla diversità dell'osservatore. Merita studio.

(*a*) diffuse assai.

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria

Σ 224. $\alpha = 2^h\ 3^m.1;\ \delta = 13°\ 1'$

	1873.008	243°.69	5″.001	4.4	7. alb.	8. alb.	ott.
	1873.036	242.94	5.075	3.3	. . . .	. . . .	b.
M	1873.022	243.31	5.038				
Σ	1830.530	242.43	4.973				
D	42.492	+ 0.88	0.065				

Fissa. Il P. Secchi pel 1856, 43 ha: 242°.31, 5″.082.

ι Triangolo. Σ 227. $\alpha = 2^h\ 4^m.3;\ \delta = 29°\ 39'$

	1872.936	76°.28	3″.871	7.3	5 alb.	7.5 caer.	b. (*a*)
	1855.890	76.87	3.557				
	17.046	— 0.69	0.314				

Dura tuttora l'incertezza del moto per la differenza piccolissima la quale però mostra una qualche regolare diminuzione nell' angolo. Struve dà pel 1830.97 : 77°.86. Ed il Prof. Nobile pel 1874,0 ha: 76° 13′ ± 13′ = 76°,22.

(*a*) Dischi assai netti. Bellissimo oggetto.

Σ 305. 114 Ariete. $\alpha = 2^h\ 39^m.6;\ \delta = 18°\ 46'$

	1873.947	317°.57	2″.771	5.2	7. alb.	8. alb.	b. (*a*)
S	1857.893	322.23	2.562	. . .	. . . .	. . . .	. . .
D	16.054	— 4.66	0.209				

Moto indubitato in posizione e distanza, poichè Struve pel 1830, 95 ha: 330°.87 \| 1″ 588.

(*a*) Dischi netti.

Σ 306. $\alpha = 2^h\ 40^m.6;\ \delta = 59°\ 50'$

	1874.826	95°.84	2″.203	3.3	7 . . .	9 . . .	med. (*a*)
Σ	1831.710	93.45	2.122	. . .			
D	43.116	0.39	0.081				

Nessun moto.

(*a*) Misura difficile per l'ineguaglianza delle grandezze.

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria

Σ 414. $\alpha = 3^h\ 26^m.\ 2;\ \delta = 19^\circ\ 20'$

	1873. 006	185.° 08	7″. 170	4. 3	7. alb.	8. alb.	med. (*a*)
Σ	1829. 76	185. 63	7. 087				
D	43. 246	0. 55	0. 083				

Nessun moto.

(*a*) Nebbia leggiera.

Σ 1110. Castore. $\alpha = 7^h\ 25^m,\ 6;\ \delta = 32^\circ\ 11'$

	1873. 134	236.° 31	5″. 907	6. 4	2. alb.	2.5 s.aur.	med.
	1873. 137	237. 61	5. 951	4. 2	. . . .	. . . .	b.
	1873. 170	238. 70	5. 747	4. 3	. . . .	. . . .	ott. (*a*)
M	1873. 147	237. 54	5. 868				
S	1855. 822	245. 13	5. 368				
D	17. 325	−7. 59	0. 500				

Si conferma sempre più il moto sebbene lento.

Non fu osservata la piccola C.

(*a*) Dischi netti e fermi. Sul principio dell'osservazione l'aria era un po'più agitata.

Secondo il sig. Wilson (Monthly notices. May and Decemb. 1872) l'orbita di Castore sembra essere iperbolica, forma di orbita che fin ora non pare siasi mostrata ne'varii sistemi di stelle doppie. Dalla discussione grafica dedotta da numerose osservazioni fatte dal 1719 fino al 1873 apparisce manifestamente una lenta e progressiva diminuzione dell'angolo e come il moto si faccia in una curva. Nel 1719 l'angolo $\vartheta = 355.^\circ 38$.

Nel 1800. 27	ϑ = 284.° 32
1825. 24	= 263. 30
1855. 82	= 245. 1
1865. 30	= 241. 4
1872. 28	= 237. 7
1873. 15	= 237. 5

Nuovi calcoli meglio stabiliranno la natura di questa curva.

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria

Σ 1121. 34. Tipografia. $\alpha = 7^h\ 30^m.2;\ \delta = -14°\ 10'$

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
	1874. 173	305°. 44	7″. 803	5. 5.	7. alb.	7.5 alb.	med.
Σ	1831. 440	304. 72	7. 455				
D	42. 733	0. 72	0. 348				

Nessun moto. Il P. Secchi nel 1856, 719 ha: 305°. 12, 7″. 292.

(*a*) Diffuse ed un po'annebbiate epperò la distanza dev'essere alquanto esagerata.

Σ 1223. φ^2 Cancro. $\alpha = 8^h\ 18^m.3;\ \delta = 27°\ 23'$

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
	1874. 197	214°. 58	5″. 291	5. 5	6. alb.	6.5 s. fl.	med.
S	1856. 197	214. 17	4. 727				
D	18. 000	0. 41	0. 464				

Non si conferma il piccolo moto in angolo che sembrava vi fosse con Σ. Invece sembra che vada sensibilmente crescendo la distanza, poichè Struve ha pel 1829, 45: 4″. 563. Si riosservi.

Σ 1291. ι^2 Cancro. $\alpha = 8^h\ 45^m.8;\ \delta = 31°\ 6'$

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
	1874. 200	327°. 71	1″. 447	6. 4	. . fl.	. . fl.	b. (*a*)
	1874. 206	326. 80	1. 548		. . . .	. . fl.	med. (*b*)
M	1874. 203	327. 25	1. 497				
S	1856. 270	333. 78	1. 340				
D	17. 933	— 6. 53	0. 157				

Sarebbe assai diminuito l'angolo essendo quasi nullo il moto dal 1829 al 1856. Si riesamini.

(*a*) Dischi netti. — (*b*) Un po'diffuse.

Σ 1450. 49 Leone. $\alpha = 10^h\ 27^m,7;\ \delta = 9°\ 22'$

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
	1874. 200	158°. 59	2″. 442	5. 3	6 . . alb.	9.5 caer.	catt. (*a*)
S	1856. 745	157. 11	2. 304				
D	16. 572	1. 48	0. 138				

Non si può decidere sul moto in angolo. Sarebbe cresciuto alquanto, mentre era diminuito di 4°. dal 1830 Σ. Si riosservi.

(*a*) Aria molto agitata, misura difficile.

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
				Σ 1476. $\alpha = 10^h\,42^m.2$; $\delta = -3°.17'$			
	1873. 282	357°. 97	2''. 284	5. 2	7. alb.	8. alb.	cat.
	1873. 285	359. 13	2. 288	6. 3	. . . .	. . . .	med.
M	1873. 283	358. 55	2. 286				
S	1856. 711	357. 77	1. 818				
D	16. 572	0. 78	0. 468				

Nessun moto in angolo, o se vi è, piccolissimo. Più sensibile l'aumento della distanza. Si riosservi.

				Σ 1523. ξ Orsa Maggiore. $\alpha = 11^h\,10^m,7$; $\delta = 32°.19'$			
Oss. S	1872. 473	15°. 90	0''. 908	4. 2	4. . . . fl.	4.5. . s. fl.	cat.
S	1872. 476	16. 00	0. 891	3. 3	—	—	b.
F	1872. 476	16. 50	. . .	5. .	—	—	cat.
F	1872. 479	13. 63	1. 069	6. 3	—	—	ott.
S	1872. 479	16. 78	1. 088	5. 5	—	—	ott.
S	1872. 482	15. 03	0. 967	5. 5	—	—	med.
F	1872. 482	15. 08	1. 051	6. 4	—	—	med.
F	1872. 485	14. 53	0. 867	5. 3	—	—	cat.
M	1872. 479	15. 43	0. 976				
M	1874. 207	337. 02	1. 478	6. 3			med.
S	1864. 382	92. 88	2. 400				
S	1855. 291	114. 30	2. 955				
Σ	1826. 20	238. 75	1. 747				

Notissima binaria. L'angolo decresce rapidamente in questi ultimi anni. Le nostre osservazioni vanno assai bene d'accordo con quelle di altri osservatori come Wilson, Wentworth, Hind.

Eccone i più recenti elementi calcolati dal sig. Hind i quali corrispondono assai bene alle osservazioni di questa coppia fatte dal 1871 al 1872:

Passaggio al periastro:	1875. 687	
Periodo	60. 679 anni	
Periastro sull'orbita	333°. 33'	1872
Nodo	100. 42	1872
Inclinazione	56. 20	
Eccentricità	0. 38302	
Semiasse maggiore	2''. 587	

Questi elementi, soggiunge il sig. Hind, saranno senza dubbio sempre più corretti dalle accurate misure che si sono fatte in questi ultimi anni.

28

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria

Σ 1536. ι Leone. $\alpha = 11^h\ 16^m.7$; $\delta = 11°\ 18'$

	1873. 285	73°. 25	2''. 017	5. 2	4..... fl.	8.... aur.	b. (a)
S	1856. 263	76. 38	2. 568				
D	17. 022	3. 13	0. 551				

Quest'osservazione non concorda con quella del 1866. 320 del P. Secchi che dava 71°. 51. Sarebbe ricresciuto l'angolo; ovvero diminuito, sebben lentamente, se si paragoni a quelle del 1856. Si riosservi.

(a) Bell'oggetto. Dischi netti. La piccola è certamente ranciata.

Σ 1596. 2 Chioma. $\alpha = 11^h\ 57^m.1$; $\delta = 22°\ 14'$

	1874. 230	238°. 68	3''. 518	6. 4	6.... alb.	7. 5. s. fl.	med.
S	1856. 966	239. 51	3. 762		alb.	caer.	S
D	17. 264	0. 83	0. 144		fl.	caer.	S

Senza moto. La variazione non supera gli errori probabili in tal genere d'osservazioni. Singolare è la diversa stima nei colori, anche per un medesimo osservatore in epoche diverse. Si riosservi.

Σ 1606. $\alpha = 12^h\ 3^m.7$; $\delta = 40°\ 40'$

	1874. 206	341°. 40	1''. 077	4. 2	7.... alb.	7.5.. alb.	med.
S	1857. 357	344. 67	1. 228				
D	16. 849	3. 27	0. 151				

Struve pel 1831, 48 ha: 348° 57, 1''. 390.
Pochissimo moto, si riosservi.

Σ 1647. 191 Vergine. $\alpha = 12^h\ 23^m.5$; $\delta = 10°\ 49'$.

1874. 230	209°. 12	1''. 442	4. 3	7... alb.	7.5.. alb.	med.

Non si conferma il moto dal 1856 che pareva indubitato e diretto.
Si riosservi.

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
			Σ 1937. η Corona Bor: $\alpha = 15^h\ 17^m\ 4$; $\delta = 30^\circ\ 48'$				
Se.	1872·482	52°.54	0″.641	4·3	5....	6....	b.
Fe.	1872·482	50·98	0·854	4·3	—	—	b.
Ro.	1872·482	52·87	1·195	5·3	—	—	b.
S.	1872·485	53·62	0·801	4·4	—	—	b.
R	1872·485	50·96	1·177	5·3	—	—	med.
F	1872·485	49·35	0·893	5·3	—	—	nebb.
F	1872·490	51·72	0·908	4·4	—	—	med. (*a*)
M	1872·484	51·72	0·924				
S.	1866·538	33·13	1·122				
»	1863·592	23·26	0·828				
»	1859·477	4·50	0·535				
»	1855·396	325·64	0·320				
Σ	1836·—	88·77	0·560				
»	1826·770	35·28	1·075				

(*a*) Ben separate. Piccola al Sud app.

Chiaro apparisce da queste osservazioni il moto periodico di questa coppia. Dalle più antiche osservazioni risultava un periodo di circa 43 anni. Il sig. Flammarion, atteso il gran numero di osservazioni (molte delle quali di questi ultimi anni) adoperate nel calcolo, tiene per assolutamente esatto il periodo di 40.17 anni e pel semiasse maggiore apparente: 0″. 865.

Σ 1998. 51. ξ Libra. $\alpha = 15^h\ 56^m.\ 7$; $\delta = -\ 10^\circ\ 59'$

	A : B						
S	1872·499	355°.59	0″.963	5·3	6 . . . fl.	6.5. . alb.	med.
F	1872·499	355·80	1·002	5·4	—	—	med. (*a*)
R	1872·499	355·28	1·430	4·3	—	—	med.
F	1872·515	356·50	1·005	6·4	—	—	b. (*b*)
M	1872·503	355·79	1·100				

(*a*) Ben separate. — (*b*) Dischi nettissimi.

L'angolo di posizione si è preso dalla parte della stella B, che è alquanto più piccola, sebbene sia un po'difficile la distinzione. Aggiungendo 180° alle osservazioni del 1864–65–66 apparisce manifestissimo l'andamento del moto.

S	1864·454	327·85	0″.21	4·
»	1865·513	335·55	0·35	7·
»	1866·519	341·00	0·40	2·
»	1868·570	348·90	0·378	5·2

La stella A è al Nord apparente.

	A : C						
F	1872·499	243°75	8″.002	4·3	6 . . alb.	7. . . caer.	med.
R	1872·499	243·93	7·386	5·3	—	—	med.
F	1872·515	243·31	7·490	4·3	—	—	b.
M	1872·501	243·66	7·626				
S	1865·449	249·66	7·104				
D	7·052	—6·00	+0·522				

Si conferma il moto ancora in queste in posizione e distanza. È quindi un sistema triplice ben dichiarato.

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
			Σ 2021. 49. Serpente. $\alpha = 16^h\, 6^m.8$; $\delta = 13°\, 54'$				
	1872.490	328°.22	3″.764	4.3	—	—	cat.
	1872.493	328.32	3. 710	3.3	—	—	med.
M	1872.491	328.27	3. 737	—	—	—	
S	1865.482	325.84	3. 803	—	7. . . .	7.5 . .	
»	1856.013	322.35	3. 457	—	6. . . .	6.2.s.caer	
Σ	1832.70	316.69	3. 199	—	6. 7. .	6.9. . alb.	

Seguita a crescere l'angolo, ed assai lentamente, come apparisce dalle superiori osservazioni, essendo cresciuta la distanza che ai tempi di Herscel nel 1783 era $< 2''$ coll'angolo di 291°.5.

Σ 2084. ξ Ercole. $\alpha = 16^h\, 35^m.9$; $\delta = 31°\, 51'$

1872.485	Rotonda. Vi pare una piccola prominenza. Si riosservi.

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
			Σ 2264. 95 Ercole. $\alpha = 17^h\, 55^m.6$; $\delta = 21°\, 36'$.				
	1873.529	262°.06	6″.642	5.2	4... rubr.	5... vir.	cat.
	1873.533	262.38	6. 408	4.3	—	—	ott.
M	1873.537	262.22	6. 525				
S	1865.009	260.75	6. 035				
»	1856.444	260.13	6. 169				
Σ	1829.90	261.75	6. 062				

Parrebbe alquanto cresciuto l'angolo dal 1865, ma l'osservazione di Struve del 1829, che solo differisce di 0°.4 da quella del 1873 la mostrerebbe fissa, atteso il grado di precisione possibile in tal genere di osservazioni. Va riosservata. Lo stesso dicasi delle distanze.

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
			Σ 2272. 70. p. Ofiuco. $\alpha = 17^h\, 58^m.4$; $\delta = 2°\, 32'$				
S	1872.490	92°.06	4″.190	5.3	. . alb.	. . aur.	b.
F	1872.490	91.49	4. 380	5.4	—	—	med.
»	1872.493	90.98	4. 336	5.3	—	—	b.
M	1872.491	91.51	4. 301				
S	1866.605	101.13	5. 273				
D	5.886	9.62	0. 972				

Notissima periodica. Segue a diminuire l'angolo con velocità quasi raddoppiata in questi ultimi anni. Dal 1856 al 1866 diminuì di 10° soltanto essendo la distanza maggiore. Nel 1855,451 il P. Secchi trovò 111°.57 | 6″.225. Ora è da quell'epoca diminuita di quasi 2″.

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria

Σ 2316. 59 Serpente. $\alpha = 18^h 20^m.0$; $\delta = 0° 7'$

	1872. 476	317°. 43	3''. 908	5.3	6..... fl.	8... caer.	med.
S	1857. 892	317. 50	3. 793				
D	14. 584	− 0. 07	0. 115				

Nessun moto.

Σ 2360. $\alpha = 18° 33'.3$; $\delta = 20° 49'$

	1872. 534	358°. 60	2''. 380	6.3	8.... alb.	9.5... alb.	cat. (*a*)
S	1865. 627	2. 10	2. 310	—	—	—	b.
D	6. 907	3. 50	0. 070				

(*a*) Diffuse, difficili, e colla luna.

Ritorna l'angolo del 1856, 760 salvo 1.° di differenza, cosicchè le differenze non sono progressive; epperò, atteso la difficoltà dell'oggetto, sembra fissa. Si riosservi.

Σ 2375. 75 Toro. $\alpha = 18^h 38^m.6$; $\delta = 5° 21'$

	1872. 534	110°. 60	2''. 336	5.3	6.... alb.	6.5.. alb.	b. (*a*)
S	1866. 556	113. 52	2. 024	—	7. 5.......	7.3.......	
D	5. 978	2. 92	0. 312				

(*a*) Dischi assai netti.

Non si conferma il moto, e la differenza è in senso retrogrado anzichè *lentissimamente* progressivo. Si riosservi.

Σ 2397. $\alpha = 18^h 41^m.9$; $\delta = 31° 15'$

	1872. 537	269°. 72	4''. 539	8.3	7... alb.	10... caer.	b. (*a*)
S	1857. 213	266. 93	4. 021				
D	15. 324	2. 79	0. 518				

(*a*) Aria buona, ma difficili per la luna. Dischi netti, si prendono a campo oscuro e fili illuminati.

La differenza in angolo non segue l'andamento di diminuzione progressiva, e deve attribuirsi alla difficoltà dell'oggetto. Il P. Secchi ebbe una simile differenza fra le due osservazioni del 1857. Epperò si conferma che è fissa in angolo. La distanza andrebbe progressivamente aumentando.

Σ 2441. $\alpha = 18^h\, 57^m.2$; $\delta = 31^\circ.12$

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
	1873.531	284°.69	5″.730	4.2	7.5. alb.	9.5 caer.	b. (*a*)
	1873.540	282.80	5.553	3.2	—	—	ott.
M	1873.534	283.74	5.641				

Se vi è moto, certo è assai lento. Andrebbe sempre diminuendo l'angolo di 1°.6 dal 1857 e di 8° dal 1830. Si riosservi.

(*a*) Difficili per la disuguaglianza di grandezza e colore.

Σ 2448. $\alpha = 18^h\, 58^m.6$; $\delta = 35^\circ\, 32'$

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
	1873.534	190°.74	2″.462	4.3	8. s. caer.	8. s. caer.	med.
S	1856.894	190.13	2.412	—	8.... alb.	8.3... alb.	b.
M	16.640	0.61	0.050				

Non si conferma il moto sospettato nel 1856.9. Invece di diminuire sarebbe ricresciuto alquanto, sempre però dentro il limite degli errori probabili.

Σ 2486. 6. Cigno. $\alpha = 19^h\, 8^m.5$; $\delta = 49^\circ\, 35'$

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
	1872.542	221°.33	9″.605	5.3	6.... alb.	6.5 s. caer.	b.
	1872.551	220.64	9.774	5.5	—	—	cat.
M	1872.545	220.98	9.774				
S	1857.515	223.06	10.161				
D	15.030	−2.08	0.472				

Pare che l'angolo vada diminuendo sebbene lentissimamente, come pure la distanza. Struve nel 1832 48 ebbe: 224°.83 \| 10″.460. Merita attenzione.

Σ 2504. $\alpha = 19^h\, 14^m.8$; $\delta = 18^\circ\, 53'$

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
	1872.570	286°.14	8″.802	2.2	6.... alb.	8. s. caer.	b.
S	1857.007	287.96	8.774				
D	15.563	1.82	0.028				

Fissa certamente, poichè in 42 anni si sarebbe mossa di soli 2° avendo Σ pel 1830.52: 288°.28 \| 8″.922.

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria

Σ 2523. $\alpha = 19^h 20^m.7$; $\delta = 25° 13'$

	Epoca	Angolo	Distanza	N°	Grandezze		Stato
	1873.537	149°.59	6″.152	4.3	7. s.caer.	7.5 s.caer.	med.
	1873.540	149.50	6.482	4.3	—	—	ott.
M	1873.538	149.54	6.317				
S	1856.908	149.27	6.373				
D	16.630	0.27	0.056				

Fissa.

Σ 2525. 22. Cigno. $\alpha = 19^h 21^m.1$; $\delta = 27° 2'$

1873.537	241°.10	....	1 ...	7...fl.	7.5...fl.	med.

Diminuita notevolmente la distanza. Essendo a contatto per quasi un quarto del disco riesce assai difficile la misura dell'angolo. Questo però di poco differisce da quello del 1865, 6 che era 239° 92.

Σ 2545. $\alpha = 19^h 31^m.0$; $\delta = -10° 28'$

1874.540	319°.20	2″.980	4.3	7... fl.	8.5 caer.	catt.

Sebbene lentissimo, pure vi sembra qualche moto, diminuendo règolarmente l'angolo. Σ ha pel 1829.11: 315°.18; il P. Secchi pel 1856.90 ha 317°.49.

Si riosservi.

Σ 2613. 210. Aquila. $\alpha = 19^h 54^m.8$; $\delta = 25° 13'$

	Epoca	Angolo	Distanza	N°	Grandezze		Stato
	1873.534	348°.40	4″.696	4.3	7. alb.	8. alb.	b.
	1873.537	350.08	4.638	5.2	—	—	b.
	1874.540	347.79	4.733	3.3	—	—	med.
M	1873.870	348.76	4.689				
S	1856.907	349.66	4.426				
D	16.963	−0.90	0.263				

Nessun moto. Si è ottenuta la stessa distanza di Σ nel 1829. L'angolo in 44 anni sta dentro il limite consueto, non supera i 2°.

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria

Σ 2644. P. XX. 26 Antinoo. $\alpha = 20^h\ 5^m.4;\ \delta = 0°\ 27'$

	1872.581	209°.80	3''.343	5.3	7. alb.	7. caer.	med.

Nessun moto. Ritorna l'angolo di Maedler del 1838.75 e la distanza di Σ del 1830, 79.

Σ 2667. $\alpha = 20^h\ 12^m.9;\ \delta = 45°\ 12'$

	1874.548	225°.58	7''.740	5.3	8. s. caer.	8.5 s.caer.	b.
	1874.551	225.70	7.775	3.3	—	—	ott.
M	1874.549	225.64	7.757				

Nessun moto. Ritornano i valori di Struve del 1830.8.

Σ 2696. $\alpha = 20^h\ 26^m\ 6;\ \delta = 4°\ 58'$

	1874.540	–	–	–	8......	....	b.

A contatto. Oblongae.

Non è possibile determinarne la posizione con qualche sicurezza. Il P. Secchi nel 1856.62 ebbe per la distanza 0''.721. Nel 1831.1 Σ ebbe 1''.060. Si riosservi.

Σ 2702. $\alpha = 20^h\ 30^m.1;\ \delta = 34°\ 41'$

	1874.548	202°93	3''.215	4.3	8. alb.	8.5... alb.	b.
	1874.551	205.08	3.208	4.3	—	—	med.
M	1874.549	204.00	3.211				
S	1857.842	201.54	3.246				
D	16.707	2.46	−0.035				

Invece di diminuire si ritorna quasi all'angolo di Σ pel 1831.13 che fu: 205°.83. Epperò pare fissa.

Σ 2722. $\alpha = 20^h\ 37^m.3;\ \delta = 19°\ 13'$.

	1872.681	307°.31	7''.103	4.3	7. alb.	8. alb.	med.

Fissa.

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria

Σ 2725. $\alpha = 20^h\ 39^m.7$; $\delta = 15°\ 24'$

	1872. 586	0.° 99	4″. 732	6.3	7. alb.	8. caer.	catt.
S	1856. 852	359. 91	4. 778				
D	15. 734	1. 08	0. 046				

Se vi è moto, questo è lentissimo. Σ nel 1829.80 ebbe 358.° 03; 4″. 237. Herscel nel 1783 dà: 348° 55.

Σ 2741. P. XX. 429. $\alpha = 20^h\ 54^m.1$; $\delta = 49°\ 55'$

	1874. 548	32.° 03	1″. 378	4.3	6. alb.	6.5 caer.	b.
	1874. 551	30. 62	1. 409	4.4	—	—	ott. (*a*)
M	1874. 549	31. 32	1. 393				
S	1857. 162	30. 19	1. 936				
D	17. 387	1. 13	−0. 543				

Nessun moto in angolo, il quale sarebbe anzi cresciuto. Piuttosto la distanza sarebbe assai diminuita. Si riosservi.

(*a*) Dischi nettissimi.

Σ 2742. 2. Cavallino. $\alpha = 20^h\ 55^m.3$; $\delta = 6°\ 38'$

	1874. 613	227.° 55	2″. 682	8.5	7. alb.	7.5 alb.	catt.
S	1856. 776	225. 35	2. 798				
D	17. 837	2. 20	−0. 116				

Seguita a crescere sebbene lentissimamente l'angolo. Però la differenza in 17 anni è maggiore di 1° 6 che quella dei 25 anni anteriori. Si riosservi.

Σ 2762. $\alpha = 21^h\ 2^m.7$; $\delta = 29°\ 38'$

	1872. 750	310.° 39	4″. 232	4.3	7. alb.	8. caer.	med.
S	1857. 062	313. 70	3. 530				
D	15. 688	− 3. 41	0. 702				

Diminuisce regolarmente l'angolo ed è cresciuta la distanza. Σ pel 1829. 75 ha 315° 60; 3″. 547. Merita attenzione.

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria

Σ 2786. 22. Cavallino. $\alpha = 21^h\ 12^m.8$; $\delta = 8°\ 56'$

	1874.613	184°.94	2″.501	5.3	7. alb.	8. s. fl.	catt.

Non si conferma il moto sospettato nel 1856.

Σ 2822. μ Cigno. $\alpha = 21^h\ 37^m.9$; $\delta = 28°\ 7'$

	1872.619	116°.83	4″.081	4.3	4. alb.	6. alb.	med. (*a*)
S	1856.939	116.76	4.633				
D	15.680	0.07	0.552				

Essendovi altri dati assai probabili pel moto di questa coppia, convien dire che ora l'angolo è stazionario e torna a diminuire la distanza.

Merita studio.

(*a*) Colla Luna.

Σ 2878. 148 Pegaso. $\alpha = 22^h\ 7^m.5$; $\delta = 7°\ 17'$

	1873.714	125°.64	0″.982	5.2	7. fl.	8. caer.	med.
S	1856.818	130.12	1.441				
D	16.896	− 4.48	0.459				

Questa coppia che pareva incerta fra il 1830 e il 1856, ora si è mossa sensibilmente in angolo ed è diminuita la distanza.

Si riosservi.

Σ 2925. $\alpha = 22^h\ 30^m.8$; $\delta = 5°\ 11'$

	1873.879	2°.70	7″.364	6.3	8. alb.	9. alb.	med.
	1873.882	2.61	7.291	8.3	—	—	med.
M	1873.880	2.65	7.327				

L'osservazione del 1856 che faceva sospettare qualche moto fu notata come difficile e con aria cattiva. Σ nel 1830, 04; ha: 3°.65; 7″.065 epperò è fissa.

Σ 2928. $\alpha = 22^h\ 32^m.1$; $\delta = -13°\ 20'$

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
S	1867.911	321°.45	4″.552	3.3	8. alb.	8. alb.	ott.
»	1857.898	321.96	4. 394				
D	10.013	−0.51	0. 158				

Non si conferma il moto, che però non era che di 5°. in 17. anni.

Σ 2934. $\alpha = 22^h\ 35^m.1$; $\delta = 20°\ 42'$.

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
S	1867.911	168°.54	1″.001	4.2	8. alb.	9. fl.	b.
»	1856.869	168.23	1. 103				
D	11.042	−0.31	0. 102				

Rimane stazionaria, mentre dal 1830 al 1856 era diminuito l'angolo di 19°.60. Si riosservi.

Σ 2950. 241. Cefeo. $\alpha = 22^h\ 45^m.9$; $\delta = 60°\ 57'$

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
	1874.826	311°.74	2″.389	5.4	6. fl.	7. caer.	ott.
	1874.829	312.41	2. 564	4.3	—	—	ott.
M	1874.827	312.07	2. 476				
S	1857.234	317.14	2. 143				
D	17.593	−5.07	0. 333				

Va sempre e più rapidamente diminuendo l'angolo ed alquanto crescendo la distanza.

Σ 2958. 263. Pegaso. $\alpha = 22^h\ 49^m.8$; $\delta = 11°\ 6'$

Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N.° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
1873.714	7°.17	3″.872	6.4	—	—	b. (*a*)

Invece di crescere torna l'angolo di Maedler del 1838, intermedio fra quelli di Σ e del P. Secchi; epperò pare fissa.

(*a*) Dischi netti.

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria

Σ 3008. $\alpha = 23^h\ 16^m.5$; $\delta = -9°\ 14'$

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
	1872.879	260°.30	5''.404	5.4	7. alb.	8. caer.	b. (*a*)
	1873.944	259.97	5.075				
M	1873.411	260.13	5.239				

Stazionaria dal 1866.97. Il moto era stato di 14° dal 1830 al 1866. Si riosservi.

(*a*) Diffuse ad intervalli.

Σ 3009. $\alpha = 23^h\ 17^m.8$; $\delta = 2°\ 57'$

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
F	1872.845	228°.26	6''.918	6.3	6. fl.	8.5 caer.	med.
S	1872.845	229.99	.....	4...			
F	1872.879	228.29	7.335	6.3			
M	1872.806	228.84	7.084				

Fissa. Quest'angolo ancora è intermedio a quello di Σ e del P. Secchi

Σ 3017. 287. Cefeo. $\alpha = 23^h\ 22^m.1$; $\delta = 73°\ 19'$

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
	1874.838	32°.26	2''.174	4.3	8. alb.	8.5 alb.	b.

Quest'angolo ancora è intermedio a quello di Σ e del P. Secchi, epperò non si ha moto.

Σ 3042. $\alpha = 23^h\ 44^m.4$; $\delta = 37°\ 6'$

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria
	1872.681	89°.85	4''.811	4.3	7. alb.	7.3 alb.	ott. (*a*)

Fisse. Bellissimo oggetto. È singolare l'approssimazione del valore in angolo in tre osservatori Σ, S, F; in epoche così diverse le differenze sono dentro i decimi di grado. Più variabile, com'è noto, è la stima della distanza. La nostra è quasi sempre alquanto crescente rispetto agli altri.

(*a*) Dischi nettissimi.

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria

Σ 3046. $\alpha = 23^h\ 49^m.\ 5;\ \delta = -\ 10°\ 16'$

S	1867.911	237°.56	3''.022	4.3	8. alb.	8.3. alb.	b.
»	1857.416	241.20	2. 787				
D	10.494	— 3.64	0. 235				

Non si conferma il moto, poichè invece di crescere sarebbe diminuito. Ancora le osservazioni più antiche erano poco concordi. Si riosservi.

STELLE FUORI DELLE *Mensurae Microm.* DI STRUVE.

Sirio α. Cane maggiore. $\alpha = 6^h\ 38^m.\ 5;\ \delta = 16°\ 31'$

S	1871.148	63°.09	12''.792	4.2 (*a*)
»	1871.167	66.15	9. 847	4.2 (*b*)
»	1871.170	68.49	9. 623	4.2
M	1871.161	65.91	10. 755	
	1866.286	71.31	10. 109	
	1865.225	75.03	10. 076	
	1863.150	88.40	7. 628	

Da questa serie apparisce indubitato il moto.

(*a*) È un punto impercettibile ma che pure resta fisso e sempre visibile a ponente apparente cioè seguente.
(*b*) Si vede bene ad intervalli, coprendo Sirio col filo.

C. P. 353. $\alpha = 18^s\ 28^m\ 46^s;\ \delta = 16°.52'$

F	1872.534	201°.75	1''.445	4.3	7. alb.	9. s.fl.	b.
S	1872.534	203.57	1. 678	4.4	—	—	ott.
F	1872.553	203.81	1. 581	3.4	—	—	med.
M	1872.540	203.04	1. 568				
S	1865.627	207.20	2. 148				
D	6.913	— 4.16	—0. 580				

Continua il moto abbastanza rapido. Nel 1857.7 il P. Secchi ebbe 214°.22; 1''. 347. Va sorvegliata in appresso.

	Epoca 1860	Angolo di posizione	Distanza in secondi	N° Osserv.	Grandezze e colori		Stato dell'aria

C. P. 359. $\alpha = 18^h\ 28^m\ 53^s$; $\delta = 23^\circ\ 29'$

R	1872. 553	353°.46	—	3....	6. fl.	7.5 s.fl.	med.
F	1872. 553	350. 22	—	4....	—	—	med.
M	1872. 553	351. 84					

Non si conferma il moto sospettato nel 1865.6. Oggetto difficile, essendo la distanza stimata ad occhio, appena un terzo di filo ossia poco più d'1''. sarebbe diminuita alquanto dal 1865, però nel 1857.7 erano stimate in contatto. Si riosservino.

C. P. 371. $\alpha = 19^h\ 9^m.\ 31^s$; $\delta = 27^\circ\ 10'$

	1872. 570	154°.89	0''. 793	7.3	7. alb.	7. alb.	med. (*a*)
S	1857. 250	153. 40	0. 733				
D	15. 320	1. 49	0. 060				

Fissa.

(*a*) Direzione ad una piccola = 268°.2, il P. Secchi ebbe 266° nel 1857. Dischi assai netti. Sembra alquanto più piccola la superiore, colla quale si prende l'angolo.

UN NUOVO MANOMETRO TELEGRAFICO

MEMORIA

DEL PROF. TITO ARMELLINI

L' istrumento che ho l'onore di presentare all'Accademia unitamente al tipo che ne esibisce la sezione ortografica fu da me immaginato all'oggetto di rivelare a qualunque distanza lo stato manometrico, cioè la pressione del gas d'illuminazione in un tratto qualunque della sua condottura. Esso consiste in una campana cilindrica di ferro (C) (V. la figura 1ª) galleggiante per mezzo di una appendice annulare (*cc*) totalmente immersa nell'acqua contenuta nel vase (AA') mantenutavi a livello costante; e dal quale vase può essere erogata tutta col ministero del rubinetto (*a*). Alcune singolari proprietà della campana galleggiante (C) la pongono in condizione da manifestare con *assai sensibili* spostamenti le più piccole variazioni di pressione del gas che v'influisce per mezzo del tubo (BB').

Però un asta (DD') che sormonta la campana, obbligata a scorrere tra i due binarii (GG) di poleve ne assicura il movimento verticale.

L'asta verso il suo mezzo porta una dentatura (cremagliera), con la quale trasmette il movimento di rotazione al rocchetto (E) il quale trasporta seco la ruota dentata a stella (FF').

È chiaro che le ascensioni dell'asta determinano nel rocchetto e nella annessa ruota rotazioni a destra, mentre le discese invertono il senso delle medesime, cioè le determinano a sinistra.

Vediamo ora come tali movimenti possano essere trasmessi a qualunque distanza e fedelmente espressi dall'indice (x) (V. la figura 2ª) che può scorrere su la scala arcuata (*mm'*); la quale denota i gradi di pressione manometrica.

L'apparecchio rappresentato nella figura 1ª è collocato nel tratto di condottura da cimentarsi; l'altro espresso nella figura 2ª può collocarsi invece nello stabilimento del gas; per indicare lo stato di pressione che in una distanza qualunque prova il gas entro la conduttura di quel tratto.

Tutto l'artificio consiste nel porre l'indice (xx') in movimento col ministero degli ingranaggi (RR') resi indipendenti l'uno dall'altro col sussidio de'con-

sueti artificii d'orologeria: in modo tale che per rotazioni a destra della ruota (FF') (Fig. 1ª) agisca la sola ruota (R') (Fig. 2ª) che trasporta l'indice verso (*m'*); mentre per rotazioni a sinistra della medesima ruota (FF') (Fig. 1ª) l'indice debba correre invece all'opposto; cioè verso il punto (*m*) della scala (*mm'*).

La figura 1ª pone sott'occhio due elettromagneti (MM') che stanno ai lati dell'apparecchio (Fig. 1ª). Di queste l'una (M') agisce solo quando la ruota (FF') gira a sinistra, cioè quando l'asta (DD) discende: mentre allorchè essa ascende ed imprime rotazioni a destra alla ruota (FF), agisce invece l'altro rocchetto (M).

Per mezzo del filo telegrafico (10) l'elettro magnete (M') (Fig. 1ª) mette in movimento la sosta elettromagnetica (relais) (Q') (Fig. 2ª): questo trasmette la corrente all'elettro magnete (U') (Fig. 2ª): la quale col ministero della squadra (*z'*) spinge i denti della ruota di scappamento (R'), che per mezzo del rocchetto (*x*) danno il movimento all'indice (*xx'*).

Quando poi è in azione l'elettro magnete (M) è affidato al ministero dal filo (12) la trasmissione della corrente alla sosta (relais) (Q), la quale allora stabilisce a sua volta la comunicazione elettrica con l'elettromagnete (U); che imprime il moto alla ruota di scappamento (R): e questa in opposto verso dirige l'indice (*xx'*).

Le due ruote di scappamento (RR') sono rese indipendenti l'una dall'altra in ordine al rocchetto (*x*) per mezzo di una altra ruota annulare ed una cagnola interna, di che ciascuna è munita; col qual congegno mentre la ruota di scappamento esterna che non agisce p. e. la (R'), è mantenuta ferma dal dente (*t'*), la sua ruota interna può liberamente cedere secondo il verso del moto del rocchetto (*x*) posto allora in moto dalla ruota (R) che seco trasporta la rotella (*r*).

Ma è ormai tempo di descrivere come per giri a destra della ruota (FF') (Fig. 1ª) si ponga in azione l'elettromagnete (M'), e per giri a sinistra reso questo inerte, sia invece data l'attività all'elettromagnete (M).

Perciò un pendolino (LH), sospeso in (H) porta un bilanciere (*kk'*) munito alle sue due estremità di due appendici *kk'*; le quali alternativamente possono appoggiarsi su le molle (*hh'*); che possono esser abbassate, e nel ritorno per lo scatto sono trattenute dalle due dita (ll').

Finchè la freccia (L) del pendolino è in contatto con i denti della ruota FF', la corrente elettrica che viene dal polo positivo P dell'elettromotore pel filo (P 4), salendo all'asse (E) della ruota, ascende per essa; e pel contatto metallico del pendolino giunge al punto H di sospensione; donde pel filo (H 1) ritorna in (N) alla pila.

In tale condizione non passa corrente alcuna agli elettromagneti (MM').

Ma se il dente della ruota FF continua a spingere il pendolino, deflettendolo ognora più dalla verticale sua posizione di equilibrio, sia a destra sia a sinistra, il bilanciere, inclinandosi ognora più, porta finalmente l'una o l'altra delle punte (kk') a venire in contatto con le molle (hh'). In tale stato permanendo sempre il contatto metallico del dente col pendolo, continua la corrente a circolare attraverso la ruota e il pendolo; ma pel nuovo contatto ($h'k'$) una corrente derivata si stabilisce dal punto di sospensione (H) pel bilanciere (H k'), donde pel contatto (K' h'), per la colonnetta I', e quindi pel filo (I' 2) la corrente arriva all' elettro magnete (M') : quindi pel filo (3, 4) ritorna al polo (P) della pila.

Ma tale corrente derivata, e per la resistenza della maggior lunghezza del filo, e della sua minor grossezza potrà rendersi inefficace a muovere le àncore dell' elettro magnete (M , M'). Quando sarà dunque che esse possano agire ?

Agiranno solo nel momento che il pendolino (L) spostato dal dente che lo spinge fino al limite di sua corsa, esce e si stacca dal dente medesimo, per riprendere la sua posizione verticale d'equilibrio. In quell'istante rottasi la circolazione a traverso la ruota, seguita invece la corrente che nell'antecedente posizione dicemmo derivata; ma che nell'atto dell'indipendenza del pendolo dal dente diviene principale ed unica; ed è stabilita dal contatto della punta (k') ovvero (k) che preme la molla (h') ovvero la (h).

Ben tosto allora si pone in azione l'una o l'altra dell'elettro magneti (M', M). Ma ritornano subito in riposo; perchè col riprendere che fa il bilanciere (kk') la sua posizione d'equilibrio, cessano i contatti (k, k') con le molle (h, h').

Ogni volta adunque che il pendolino scavalca un dente della ruota (FF), avviene una mossa nelle àncore di una o l' altra delle due elettro magneti (M, M'); per mezzo delle quali la corrente è tradotta all' una o altra delle soste (Q o Q'), e per queste finalmente ai rocchetti (U o U'); i quali col ministero degli ingranaggi (R R') muovono l'indice (xx'): che nella scala (mm') marca il numero corrispondente ai millimetri della colonna d'acqua che misura lo stato piezometrico del gas.

Premessa la quale descrizione dell'istrumento, vengo ad esporre la teoria dei movimenti idrostatici della campana.

Perciò denotino i simboli:

(C) la sezione annulare metallica del cilindro della campana galleggiante che è di raggio esterno (R) ed interno (r):

(I) la sezione interna della medesima campana di raggio (r);

(E) la sezione annulare del liquido esterno del vase (AA') di raggio (R'): contenente l'acqua nella quale galleggia la campana (C).

Sia (y) la variazione del liquido esterno; ed (x) quella corrispondente al liquido contenuto nell'interno della campana.

La (x) ed (y) siano dovute ad una variazione (h) di pressione del gas.

(z) indichi lo spostamento verticale, che ha subìto la campana (c) galleggiante, in forza delle variate condizioni manometriche.

Per l'equilibrio idrostatico dovrà valere la

$$C z = I\, h. \qquad (1)$$

Questa equazione stabilisce la relazione tra la pressione del gas sul fondo superiore della campana, ed il liquido spostato dalla medesima nel suo innalzamento o abbassamento (z).

Per la variazione (h) nella pressione del gas il liquido esterno nel vase (AA') subisce nel suo livello una variazione (y).

Per l'emersione poi (z) della campana medesima avviene un abbassamento (y_1) nel livello dell'acqua del vase (AA').

Non v'è dubbio, che le variazioni (y, y_1) di livello dovranno per intiero risentirsi dalla campana; il cui finale movimento chiamato (V) darà la

$$v = z + y - y' \qquad (2)$$

Passiamo ora a determinare i valori di (y) ed (y'): e però stabiliamo alcune relazioni che intercedono tra le (x), (y), (y'), (z), (h) con le seguenti equazioni

$$E y = I x \quad (3); \qquad h = (x + y) \quad (4); \qquad (E + I) y' = cz. \quad (5)$$

Dalle quali si ottengono i seguenti valori di (y) ed (y'):

$$y = \frac{I h}{E + I} \qquad (6)$$

$$y' = \frac{C z}{E + I} \qquad (7)$$

Nella (7) sostituendo il valore di (z) dato dalla (1) si ha

$$y' = \frac{C}{E + I} h \frac{I}{C} = \frac{I h}{E + I} \qquad (8)$$

E però

$$y = y' \qquad (9)$$

La (9) c'insegna: che l'innalzamento (y) del liquido esterno nel vase (AA')

dovuto alla variazione di pressione (h) nel gas, è compensato dall'abbassamento (y), che vi produce l'emersione (z) della campana (c).

Onde s'inferisce: che il liquido esterno, nel quale galleggia la campana, mantiene invariabile il suo livello.

Quindi essendo $y - y' = 0$ la (2^a) si riduce a

$$v = 0 \qquad (10)$$

Cioè la campana subisce la sola variazione (z) nel suo galleggiamento.

La (1) ci somministra pel valore di (z)

$$z = h \frac{I}{C} \qquad (11)$$

Ed essendo

$$I = \varpi r^2 \qquad (12)$$

$$C = \varpi (R^2 - r^2) \qquad (13)$$

Sostituiti i quali valori nella (11), risulta finalmente

$$z = h \frac{r^2}{R^2 - r^2} \qquad (14)$$

La (14) ci mostra: che ad una variazione (h) nella pressione del gas, risponde un movimento (z) nella campana che può divenire multiplo di (h) quanto si vuole. Infatti nella frazione

$$\frac{r^2}{R^2 - r^2}$$

può stabilirsi la condizione

$$r^2 = n (R^2 - r^2) \qquad (15)$$

e però potrà sempre attribuirsi ad (n) qualunque valore numerico > 1; donde

$$\frac{r^2}{R^2 - r^2} = n \qquad (16)$$

e finalmente

$$z = n \,.\, h \qquad (17)$$

Cioè i movimenti (z) della campana possono essere (n) volte maggiori delle variazioni (h) manometriche.

STUDIO DI UNA LINEA DEL QUART'ORDINE

NOTA

DEL PROF. MATTIA AZZARELLI

1. In questa breve nota ci proponiamo lo studio di una linea del quart'ordine la quale goda la proprietà di essere costante in essa la lunghezza della perpendicolare a qualunque raggio vettore, compresa tra il punto della curva e l'asse delle ascisse.

Sia OMB... la linea dimandata, AM un qualunque suo raggio vettore, ed x, y le coordinate del punto M: condotta la MN perpendicolare ad OM la sua lunghezza deve essere la medesima per tutti i punti della curva. Ciò posto si dica $MN = a$, e per la natura del triangolo OMN è:

$$\overline{PM}^2 = OP \times PN$$

dalla quale per le denominazioni stabilite:

$$y^2 = x\sqrt{a^2 - y^2} \qquad \text{ovvero} \qquad y^4 = a^2 x^2 - x^2 y^2 \qquad (1)$$

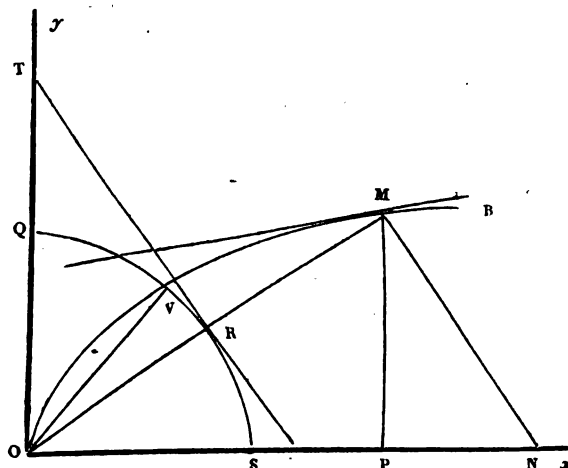
che ci dà ancora:

$$\frac{a^2}{y^2} - \frac{y^2}{x^2} = 1.$$

La (1) può dedursi ancora col seguente ragionamento.

L'equazione della retta OM è:

$$Y = \frac{y}{x} X$$

quella della MN ad essa perpendicolare è

$$Y_1 - y = -\frac{x}{y}(X_1 - x).$$

E fatto qui $Y_1 = 0$, ne risulta

$$X_1 - x = \frac{y^2}{x}$$

e qui essendo

$$(X_1 - x)^2 + y^2 = a^2$$

si ha

$$\frac{y^4}{x^2} + y^2 = a^2.$$

che coincide colla (1).

È facile riconoscere che la linea (1) passa per la origine delle coordinate, e che ad $y = a$ corrisponde $x = \infty$, ond'essa ammette un assintoto parallelo all'asse delle ascisse.

2. Noteremo che la curva ora determinata viene tagliata dalla circonferenza di raggio a in un punto V tale, che dista egualmente dagli assi.

Abbiamo di fatti le due equazioni coesistenti:

$$x^2 = a^2 - y^2, \qquad y^4 = x^2(a^2 - y^2)$$

dalle quali

$$x = y = a.\frac{1}{\sqrt{2}} = a \cos\frac{\pi}{4}.$$

Dunque se al punto determinato da tali coordinate si conduce il raggio vettore OV questo biseca l'angolo retto fatto dagli assi coordinati.

3. È pure da notarsi che se la determinata linea venga trasformata per raggi vettori reciproci, si ottiene altra linea della medesima famiglia, e nella quale muta soltanto il parametro, e le coordinate vengono permutate in confronto della proposta.

Si dicano X, Y le nuove coordinate, avremo le formole di relazione

$$x = \frac{K^2 X}{X^2 + Y^2}, \quad y = \frac{K^2 Y}{X^2 + Y^2}$$

che sostituite nella (1) risulta

$$X^4 = \frac{K^4}{a^2} Y^2 - X^2 Y^2$$

che è della medesima natura della (1).

Per questa curva l'assintoto è parallelo all'asse delle ordinate, ed è dato da

$$x = \pm\frac{K^2}{a}.$$

Se poniamo $K = a$, si ottiene

$$X^4 = a^2 Y^2 - X^2 Y^2$$

la quale ha il medesimo parametro della (1).

4. Essendo per la (1):

$$\frac{dy}{dx} = \frac{x}{y} \cdot \left(\frac{a^2 - y^2}{2y^2 + x^2}\right)$$

per mezzo della (1) si riduce a

$$\frac{dy}{dx} = \frac{a^2 - y^2}{\sqrt{\frac{x^2}{2} + \frac{x}{2}\sqrt{x^2+4a^2}} \times \sqrt{x^2 + 4a^2}}$$

che per $x = 0$, $y = 0$ diventa $\frac{dy}{dx} = \infty$, e per $y = a$, $\frac{dy}{dx} = 0$ onde per la prima ipotesi la tangente è perpendicolare all'asse delle ascisse, e per l'altra gli è parallela.

5. Sia φ l'angolo fatto dal raggio vettore ρ coll'asse delle ordinate, avremo

$$x = \rho \operatorname{sen} \varphi, \quad y = \rho \cos \varphi \qquad (2)$$

onde la

$$y^2 (x^2 + y^2) = a^2 x^2$$

si muta in

$$\rho = a \operatorname{tang} \varphi \qquad (3)$$

Di qui risulta che se nel punto R ove la circonferenza di raggio a taglia il raggio vettore OM si conduce la tangente RT questa per quella parte che è compresa tra il punto di tangenza e l'asse delle ordinate eguaglia il raggio vettore.

Dalle equazioni (2) possiamo dedurre quelle circolari sostituendo in queste il valore di ρ dato dalla (3), e così abbiamo

$$x = \frac{a \operatorname{sen}^2 \varphi}{\cos \varphi}, \quad y = a \operatorname{sen} \varphi$$

le quali differenziate ci danno

$$dy = a\, d\varphi \cos \varphi, \quad dx = 2\, a\, d\varphi \operatorname{sen} \varphi + \frac{a\, d\varphi \operatorname{sen}^3 \varphi}{\cos^2 \varphi}$$

e quindi

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\cos^3 \varphi}{\operatorname{sen} \varphi\, (1 + \cos^2 \varphi)}$$

per la quale resta determinata la inclinazione della linea rispetto l'asse delle ascisse in funzione dell'angolo φ.

6. Costruzione per punti della curva.

Poste l'equazioni circolari

$$y = a \text{ sen } \varphi, \quad x = a \text{ sen } \varphi \text{ tang } \varphi$$

osserveremo che la ordinata al crescere dell'angolo φ per avvicinarsi ad un retto, tende ad eguagliare a, mentre l'ascissa cresce indefinitamente.

Per avere ora un punto qualunque della linea, nella circonferenza si conduca il raggio AF, che faccia l'angolo φ coll'asse delle ascisse; è chiaro che sarà

$$AD = a \text{ sen } \varphi = y.$$

Guidata quindi DE normale ad AF si prolunghi fino al suo incontro coll'asse delle ascisse, e sarà

$$AP = a \text{ sen } \varphi \text{ tang } \varphi = x.$$

Dopo ciò pei punti D, P si conducano le parallele agli assi coordinati ed ortogonali, e nel punto M di loro incontro abbiamo un punto della curva dimandata.

Se poi consideriamo l'equazione polare

$$\rho = a \text{ tang } \varphi$$

possiamo assegnare per punti la stessa curva con molta facilità.

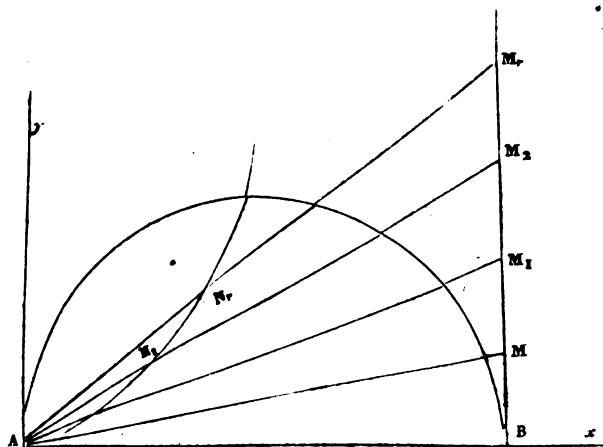
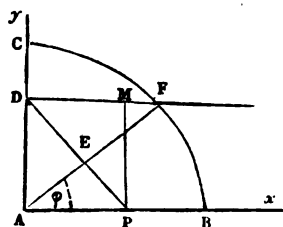
A tal fine s'intende che sul diametro $AB = a$ venga descritta una semi-circonferenza, e sia guidata la tangente al punto B. Su di questa si prendano differenti segmenti

$$BM, \; BM_1, \; BM_2, \ldots \; BM_r$$

e dal punto A guidate le

$$AM, \; AM_1, \; AM_2, \ldots \; AM_r$$

e quindi su di queste portate delle lunghezze eguali alle corrispondenti tan-

genti a partire da A, come

$$AN_r = BM_r ,$$

avremo, dicendo φ l'angolo fatto dal raggio vettore AM $= \rho$ coll'asse delle ascisse,

$$BN_r = BA \text{ tang } \varphi = a \text{ tang } \varphi$$

onde ritorna

$$\rho = a \text{ tang } \varphi.$$

7. Determinazione del raggio di curvatura.

Facendo uso delle coordinate circolari

$$y = a \text{ sen } \varphi, \qquad x = a \text{ sen } \varphi \text{ tang } \varphi$$

e della formola generale

$$r = -\frac{(dx^2 + dy^2)^{\frac{3}{2}}}{dx\, d^2y - dy\, d^2x}$$

dovremo differenziare due volte i valori delle coordinate, e troveremo

$$dy = a\, d\varphi \cos \varphi \;; \qquad d^2y = -a\, d\varphi^2 \text{ sen } \varphi$$

$$dx = \frac{a\, d\varphi \text{ sen } \varphi}{\cos^2 \varphi} (1 + \cos^2 \varphi) \;; \quad d^2x = \frac{a\, d\varphi^2}{\cos^3 \varphi} (2 - \text{sen}^2 \varphi \cos^2 \varphi)$$

e con questi valori troveremo

$$(dx^2 + dy^2)^{\frac{3}{2}} = \frac{a^3\, d\varphi^3}{\cos^6 \varphi} (1 + \text{sen}^2 \varphi \cos^2 \varphi)^{\frac{3}{2}}$$

$$dx\, d^2y - dy\, d^2x = -\frac{a^2\, d\varphi^3}{\cos^2 \varphi} (2 + \text{sen}^2 \varphi)$$

che sostituiti danno

$$r = \frac{a\, (1 + \text{sen}^2 \varphi \cos^2 \varphi)^{\frac{3}{2}}}{\cos^4 \varphi\, (2 + \text{sen}^2 \varphi)}$$

ove noteremo che al vertice della curva, essendo $\varphi = 0$, risulta $r = \frac{a}{2}$, e per $\varphi = \frac{\pi}{2}$, $r = \infty$, e per $\varphi = \frac{\pi}{4}$ si trova $r = a\sqrt{5}$.

8. Per avere l' area contenuta tra la curva ed il raggio vettore dovremo integrare tra i limiti $\varphi = 0$, e $\varphi = \varphi$, e così ripresa la nota formola:

$$A = \tfrac{1}{2} \int_0^{\varphi} \rho^2\, d\varphi$$

sarà

$$A = \frac{a^2}{2}\int_0^\varphi d\varphi \tan^2 \varphi$$

che si muta in

$$A = \frac{a^2}{2}\int_0^\varphi \left(\frac{d\varphi}{\cos^2\varphi} - d\varphi\right)$$

e quindi

$$A = \frac{a^2}{2}(\text{tang}\,\varphi - \varphi)$$

ove la costante è nulla perchè a $\varphi = 0$, corrisponde ancora $A = 0$.

Se l'espressione trovata per l'area la poniamo sotto la forma seguente

$$A = \frac{a}{2} \cdot a \,\text{tang}\,\varphi - \frac{a}{2} \cdot a\varphi \qquad (4)$$

riconosciamo che per ogni valore di φ l'area dimandata compresa fra l'arco OM ed il raggio vettore ORM è la differenza tra quella del triangolo ORT e del settore circolare ORQ, ovvero equivale all'area mistilinea QRT.

Per avere l'area compresa tra la curva, l'ordinata, e l'asse delle ascisse, si dovrà aggiungere alla data dalla (4) quella del triangolo OPM, ossia

$$\frac{xy}{2} = \frac{\rho^2 \,\text{sen}\,\varphi \cos\varphi}{2}$$

ove sostituito il valore di ρ sarà

$$\text{OPM} = \frac{xy}{2} = \frac{a^2 \,\text{sen}^3\varphi}{2\cos\varphi},$$

e così tutta l'area sarà

$$A = \frac{a}{2}(a \,\text{tang}\,\varphi\,(1 + \text{sen}^2\varphi) - a\varphi). \qquad (5)$$

L'area compresa tra l'asse delle ordinate, la curva, e l'assintoto ci vien data da

$$A_1 = a^2 \,\text{tang}\,\varphi \,\text{sen}\,\varphi - \frac{a^2}{2}\,\text{tang}\,\varphi - \frac{a^2}{2}\,\text{tang}\,\varphi \,\text{sen}^2\varphi + \frac{a^2\varphi}{2}.$$

L'espressione dell'area (5) in funzione delle coordinate non presenta veruna difficoltà perchè è

$$\text{tang}\,\varphi = \frac{x}{y}, \quad \text{sen}\,\varphi = \frac{x}{\sqrt{x^2+y^2}}, \quad \varphi = \text{Arc. tang}\left(=\frac{x}{y}\right)$$

e così

$$A = \frac{a^2 x}{2y}\left(1 + \frac{x^2}{x^2+y^2}\right) - \frac{a^2}{2}\,\text{Arc. tang}\left(=\frac{x}{y}\right)$$

ma dall'equazione alla linea si ha

$$\frac{x^2+y^2}{x^2}=\frac{a^2}{y^2}$$

e perciò

$$A=\frac{a^2x}{2y}\left(1+\frac{y^2}{a^2}\right)-\frac{a^2}{2}\,\text{Arc. tang}\left(-\frac{x}{y}\right). \qquad (6)$$

9. Questa medesim'area può determinarsi ancora col metodo seguente dovuto all'Ermanno e che vale per tutte le funzioni implicite trinomie.

Si ponga di fatti l'equazione della linea sotto la forma

$$y^4x^{-2}=a^2-y^2$$

e si faccia

$$Y=y^4x^{-2},\quad X=y^2,\quad \text{sarà}\quad Y=a^2-x$$

dalle quali

$$x=XY^{-\frac{1}{2}},\qquad y=X^{\frac{1}{2}}.$$

Per avere l'area ricorderemo essere generalmente

$$A=\int y\,dx=xy-\int x\,dy$$

ma

$$dy=\tfrac{1}{2}X^{-\frac{1}{2}}\,dX$$

dunque

$$x\,dy=\tfrac{1}{2}\,dX\sqrt{\frac{X}{Y}}=\tfrac{1}{2}\,dX\sqrt{\frac{X}{a^2-X}}$$

e perciò

$$A=xy-\tfrac{1}{2}\int dX\sqrt{\frac{X}{a^2-X}}.$$

Per integrare questa funzione porremo

$$\frac{X}{a^2-X}=u^2,\quad \text{da cui}\quad X=\frac{au^2}{1+u^2}$$

coi quali valori troveremo

$$\int dX\sqrt{\frac{X}{a^2-X}}=2a^2\int\frac{u^2\,du}{(1+u^2)^2}$$

ed integrando per parti avremo

$$\int\frac{u^2\,du}{(1+u^2)^2}=-\tfrac{1}{2}\cdot\frac{u}{1+u^2}+\tfrac{1}{2}\,\text{Arc. tang}\,(=u)$$

e perciò

$$\int dX \sqrt{\frac{X}{a^2 - X}} = -a^2 \cdot \frac{u}{1+u^2} + a^2 . \text{ Arc. tang } (=u),$$

dunque

$$A = xy + \frac{a^2}{2} \cdot \frac{u}{1+u^2} - \frac{a^2}{2} \text{ Arc. tang } (=u).$$

E perchè

$$\frac{u}{1+u^2} = \frac{X}{a^2 u} \quad \text{ed} \quad u = \sqrt{\frac{X}{a^2 - X}} = \frac{y}{\sqrt{a^2 - y^2}}$$

avremo

$$A = xy + \frac{y^2 \sqrt{a^2 - y^2}}{2y} - \frac{a^2}{2} \text{ Arc. tang } \left(= \frac{y}{\sqrt{a^2 - y^2}}\right).$$

Ora dalla equazione alla linea deduciamo

$$\frac{\sqrt{a^2 - y^2}}{y} = \frac{y}{x}$$

e così

$$A = xy + \frac{y^3}{2x} - \frac{a^2}{2} \text{ Arc. tang } \left(= \frac{x}{y}\right)$$

ma dalla stessa equazione alla linea abbiamo ancora

$$\frac{y^3}{x} = \frac{a^2 x}{y} - xy$$

Dunque sostituendo risulta come prima

$$A = \frac{xy}{2} + \frac{a^2 x}{2y} - \frac{a^2}{2} \text{ Arc. tang } \left(= \frac{x}{y}\right).$$

10. Rettificazione della (1).

Per la determinazione dell'arco prenderemo la formola generale

$$ds^2 = d\rho^2 + \rho^2 \, d\varphi^2$$

ed essendo

$$d\rho = a \frac{d\varphi}{\cos^2 \varphi}$$

avremo

$$ds = \frac{a \, d\varphi}{\cos^2 \varphi} \sqrt{1 + \text{sen}^2 \varphi \cos^2 \varphi}$$

ovvero

$$ds = \frac{a\, d\varphi}{\cos^2\varphi \sqrt{1 + \text{sen}^2\varphi \cos^2\varphi}} + \frac{a\, d\varphi\, \text{sen}^2\varphi}{\sqrt{1 + \text{sen}^2\varphi \cos^2\varphi}}$$

e quindi

$$s = a \int_0^\varphi \frac{d\varphi}{\cos^2\varphi \sqrt{1 + \text{sen}^2\varphi \cos^2\varphi}} + a \int_0^\varphi \frac{d\varphi\, \text{sen}^2\varphi}{\sqrt{1 + \text{sen}^2\varphi . \cos^2\varphi}}$$

che possono mettersi ancora sotto le forme seguenti

$$s = a \int \frac{2\, d\varphi}{(1 + \cos 2\varphi)\sqrt{1 + \frac{1}{4}\text{sen}^2 . 2\varphi}} + a \int \frac{\frac{1}{2} d\varphi (1 - \cos 2\varphi)}{\sqrt{1 + \frac{1}{4}\text{sen}^2 . 2\varphi}} \,.$$

$$s = 2a \int \frac{2\, d\varphi}{(1 + \cos . 2\varphi)\sqrt{4 + \text{sen}^2 . 2\varphi}} + \frac{a}{2} \int \frac{2\, d\varphi (1 - \cos 2\varphi)}{\sqrt{4 + \text{sen}^2 . 2\varphi}}$$

e ponendo

$$2\varphi = \frac{\pi}{2} + \theta \;, \quad 2\, d\varphi = d\theta$$

sarà

$$\cos 2\varphi = -\,\text{sen}\,\theta \;, \quad \text{sen}\, 2\varphi = \cos\theta$$

e perciò

$$s = 2a \int \frac{d\theta}{(1 - \text{sen}\,\theta)\sqrt{5 - \text{sen}^2\theta}} + \frac{a}{2} \int \frac{d\theta (1 + \text{sen}\,\theta)}{\sqrt{5 - \text{sen}^2 . \theta}}$$

e perchè

$$\int \frac{d\theta (1 + \text{sen}\,\theta)}{\sqrt{5 - \text{sen}^2\theta}} = \frac{1}{\sqrt{5}} \int \frac{d\theta}{\sqrt{1 - \frac{1}{5}\text{sen}^2\theta}} + \int \frac{d\theta\, \text{sen}\,\theta}{\sqrt{4 + \cos^2\theta}}$$

avremo

$$s = 2a \int \frac{d\theta}{(1 - \text{sen}\,\theta)\sqrt{5 - \text{sen}^2\theta}} + \frac{a}{2\sqrt{5}} \int \frac{d\theta}{\sqrt{1 - \frac{1}{5}\text{sen}^2\theta}} + \frac{a}{2} \int \frac{d\theta\, \text{sen}\,\theta}{\sqrt{4 + \cos^2\theta}} .$$

I due ultimi termini del secondo membro possono integrarsi, resta dunque che vediamo di trasformare il primo in guisa da rendere possibile la sua integrazione. A questo scopo moltiplicheremo tanto il suo numeratore che denominatore per $1 + \text{sen}\,\theta$, ed avremo

$$\frac{d\theta}{(1 - \text{sen}\,\theta)\sqrt{5 - \text{sen}^2\theta}} = \frac{d\theta}{\cos^2\theta \sqrt{5 - \text{sen}^2\theta}} + \frac{d\theta\, \text{sen}\,\theta}{\cos^2\theta \sqrt{4 + \cos^2\theta}}$$

ma

$$\frac{d\theta}{\cos^2\theta \sqrt{5 - \text{sen}^2\theta}} = \frac{(\text{sen}^2\theta + \cos^2\theta)\, d\theta}{\cos^2\theta \sqrt{5 - \text{sen}^2\theta}} = \frac{d\theta}{\sqrt{5 - \text{sen}^2\theta}} + \frac{d\theta\, \text{sen}^2\theta}{\cos^2\theta \sqrt{5 - \text{sen}^2\theta}}$$

dunque

$$\frac{d\theta}{(1-\operatorname{sen}\theta)\sqrt{5-\operatorname{sen}^2\theta}}=\frac{d\theta}{\sqrt{5}\sqrt{1-\frac{1}{5}\operatorname{sen}^2\theta}}+\frac{d\theta\operatorname{sen}^2\theta}{\cos^2\theta\sqrt{5-\operatorname{sen}^2\theta}}+\frac{d\theta\operatorname{sen}\theta}{\cos^2\theta\sqrt{4+\cos^2\theta}}.$$

Per mettere sotto altra forma il secondo termine del secondo membro si differenzi la funzione

$$R=\operatorname{tang}\theta\sqrt{5-\operatorname{sen}^2\theta}$$

e sarà

$$dR=\frac{d\theta\sqrt{5-\operatorname{sen}^2\theta}}{\cos^2\theta}-\frac{d\theta\operatorname{sen}^2\theta}{\sqrt{5-\operatorname{sen}^2\theta}}$$

da cui facilmente

$$dR=\frac{5\,d\theta}{\cos^2\theta\sqrt{5-\operatorname{sen}^2\theta}}-\frac{d\theta\operatorname{sen}^2\theta}{\cos^2\theta\sqrt{5-\operatorname{sen}^2\theta}}-\frac{d\theta\operatorname{sen}^2\theta}{\sqrt{5-\operatorname{sen}^2\theta}}$$

e sostituendo al primo termine i due che lo rappresentano sarà pure

$$dR=\frac{5\,d\theta}{\sqrt{5-\operatorname{sen}^2\theta}}+\frac{5\,d\theta\operatorname{sen}^2\theta}{\cos^2\theta\sqrt{5-\operatorname{sen}^2\theta}}-\frac{d\theta\operatorname{sen}^2\theta}{\cos^2\theta\sqrt{5-\operatorname{sen}^2\theta}}-\frac{d\theta\operatorname{sen}^2\theta}{\sqrt{5-\operatorname{sen}^2\theta}}$$

che facilmente si riduce alla espressione seguente quando al numeratore dell'ultimo termine si aggiunga e tolga $5d\theta$;

$$dR=\frac{4\,d\theta\operatorname{sen}^2\theta}{\cos^2\theta\sqrt{5-\operatorname{sen}^2\theta}}+d\theta\sqrt{5-\operatorname{sen}^2\theta}$$

onde, ponendo in luogo di R il suo valore, avremo

$$\frac{d\theta\operatorname{sen}^2\theta}{\cos^2\theta\sqrt{5-\operatorname{sen}^2\theta}}=\tfrac{1}{4}d.\frac{\operatorname{sen}\theta\sqrt{5-\operatorname{sen}^2\theta}}{\cos\theta}-\tfrac{1}{4}d\theta\sqrt{5-\operatorname{sen}^2\theta};$$

e dopo ciò otterremo

$$\frac{d\theta}{(1-\operatorname{sen}\theta)\sqrt{5-\operatorname{sen}^2\theta}}$$

$$=\frac{d\theta}{\sqrt{5-\operatorname{sen}^2\theta}}+\tfrac{1}{4}d.\operatorname{tang}\theta\sqrt{5-\operatorname{sen}^2\theta}-\tfrac{1}{4}d\theta\sqrt{5-\operatorname{sen}^2\theta}+\frac{d\theta\operatorname{sen}\theta}{\cos^2\theta\sqrt{4+\cos^2\theta}}$$

$$=\frac{1}{\sqrt{5}}\frac{d\theta}{\sqrt{1-\frac{1}{5}\operatorname{sen}^2\theta}}+\frac{\sqrt{5}}{4}d.\operatorname{tang}\theta\sqrt{1-\tfrac{1}{5}\operatorname{sen}^2\theta}-\tfrac{5}{4}d\theta\sqrt{1-\tfrac{1}{5}\operatorname{sen}^2\theta}+\frac{d\theta\operatorname{sen}\theta}{\cos^2\theta\sqrt{4+\cos^2\theta}}$$

e l'arco sarà dato da:

$$s = \frac{2a}{\sqrt{5}} \int \frac{d\theta}{\sqrt{1 - \frac{1}{5}\,\text{sen}^2\theta}}$$

$$+ \frac{a\sqrt{5}}{2} \int d.\,\text{tang}\,\theta \sqrt{1 - \tfrac{1}{5}\,\text{sen}^2\theta} - \frac{a\sqrt{5}}{2} \int d\theta \sqrt{1 - \tfrac{1}{5}\,\text{sen}^2\theta} + 2a \int \frac{d\theta\,\text{sen}\,\theta}{\cos^2\theta \sqrt{4 + \cos^2\theta}}$$

$$+ \frac{a}{2\sqrt{5}} \int \frac{d\theta}{\sqrt{1 - \frac{1}{5}\,\text{sen}^2\theta}} + \frac{a}{2} \int \frac{d\theta}{\sqrt{4 + \cos^2\theta}}$$

ovvero

$$s = \frac{a\sqrt{5}}{2}\,\text{tang}\,\theta \sqrt{1 - \tfrac{1}{5}\,\text{sen}^2\theta}$$

$$\frac{a\sqrt{5}}{2} \int \frac{d\theta}{\sqrt{1 - \frac{1}{5}\,\text{sen}^2\theta}} - \frac{a\sqrt{5}}{2} \int d\theta \sqrt{1 - \tfrac{1}{5}\,\text{sen}^2\theta} + 2a \int \frac{d\theta\,\text{sen}\,\theta}{\cos^2\theta \sqrt{4 + \cos^2\theta}} + \frac{a}{2} \int \frac{d\theta\,\text{sen}\,\theta}{\sqrt{4 + \cos^2\theta}}$$

e adoperando le consuete notazioni di Legendre avremo

$$s = \frac{a\sqrt{5}}{2}\,\text{tang}\,\theta \sqrt{1 - \tfrac{1}{5}\,\text{sen}^2\theta}$$

$$+ \frac{a\sqrt{5}}{2}\,F\left(\tfrac{1}{5}, \theta\right) - \frac{a\sqrt{5}}{2}\,E\left(\tfrac{1}{5}, \theta\right) + 2a \int \frac{d\theta\,\text{sen}\,\theta}{\cos^2\theta \sqrt{4 + \cos^2\theta}} + \frac{a}{2} \int \frac{d\theta\,\text{sen}\,\theta}{\sqrt{4 + \cos^2\theta}}$$

Per eseguire la integrazione degli ultimi due termini si ponga

$$\cos\theta = u, \qquad d\theta\,\text{sen}\,\theta = -du$$

sarà

$$\int \frac{d\theta\,\text{sen}\,\theta}{\cos^2\theta \sqrt{4 + \cos^2\theta}} = -\int \frac{du}{u^2 \sqrt{4 + u^2}} = \frac{1}{4} \cdot \frac{\sqrt{4 + u^2}}{u} = \frac{1}{4} \frac{\sqrt{4 + \cos^2\theta}}{\cos\theta}$$

$$\int \frac{d\theta\,\text{sen}\,\theta}{\sqrt{4 + \cos^2\theta}} = -\int \frac{du}{\sqrt{4 + u^2}} = -\,\text{Arc. tang}\left(= \frac{u}{2}\right) = -\,\text{Arc tang}\left(= \frac{\cos\theta}{2}\right)$$

dunque l'arco è dato da

$$s = \frac{a\sqrt{5}}{2}\,\text{tang}\,\theta \sqrt{1 - \tfrac{1}{5}\,\text{sen}^2\theta}$$

$$+ \frac{a\sqrt{5}}{2}\,F\left(\tfrac{1}{5}, \theta\right) - \frac{a\sqrt{5}}{2}\,E\left(\tfrac{1}{5}, \theta\right) + \frac{a}{2} \frac{\sqrt{4 + \cos^2\theta}}{\cos\theta} - \frac{a^2}{2}\,\text{Arc. tang}\left(= \frac{\cos\theta}{2}\right) + C$$

cioè la rettificazione della linea di quart'ordine data dalla (1) dipende dalle funzioni ellittiche di prima e seconda specie.

11. È facile dimostrare che anche la differenza tra due archi dipende da funzioni ellittiche di prima e seconda specie.

A questo fine rammenteremo che il circolo di raggio a taglia la curva in un punto tale che il raggio vettore corrispondente biseca l'angolo fatto dagli assi.

Sia AM_1 NM_2 .... la curva la quale taglia nel punto N la circonferenza di raggio a: prenderemo questo raggio vettore per asse polare, e supponendo che sieno guidati due raggi egualmente inclinati sotto un angolo ω come AM_1, AM_2 converremo che gli archi partano dal punto N, onde sia

$$NM_2 = s_2 , \quad NM_1 = s_1$$

essendo

$$\varphi = \frac{\pi}{4} \pm \omega$$

l'equazione della linea ci dà

$$\rho = a \text{ tang } (\frac{\pi}{4} \pm \omega)$$

ora designando un ρ_2, ρ_1 i raggi vettori corrispondenti ai punti M_2, M_1 avremo evidentemente

$$\rho_2 = a \left(\frac{\cos \omega + \text{sen } \omega}{\cos \omega - \text{sen } \omega}\right); \quad \rho_1 = a \left(\frac{\cos \omega - \text{sen } \omega}{\cos \omega + \text{sen } \omega}\right)$$

Dalla semplice ispezione di questi valori risulta che due raggi vettori qualunque che siano egualmente inclinati rispetto l'asse polare, sono tra loro reciproci, perchè

$$\rho_1 \, \rho_2 = a^2.$$

Ciò posto siano

$$M_2 \, m_2 = ds_2 , \quad M_1 \, m_1 = ds_1$$

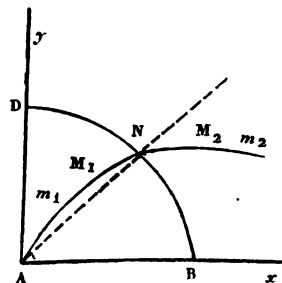
e si differenzino i raggi vettori ρ_2, ρ_1 ed avremo

$$d\rho_2 = \frac{2a \, d\omega}{(\cos \omega - \text{sen } \omega)^2} , \quad d\rho_1 = \frac{-2a \, d\omega}{(\cos \omega + \text{sen } \omega)^2}$$

e quindi

$$ds_2^2 = \frac{4a^2 \, d\omega^2}{(\cos \omega - \text{sen } \omega)^4} + \frac{a^2 (\cos \omega + \text{sen } \omega)^2 \, d\omega^2}{(\cos \omega - \text{sen } \omega)^2}$$

dalla quale

$$ds_2^2 = \frac{4a^2 \, d\omega^2 + a^2 (\cos^2\omega - \text{sen}^2\omega)^2 d\omega^2}{(\cos \omega - \text{sen } \omega)^4}$$

che si può mettere ancora sotto la forma seguente

$$ds_2^2 = \frac{a^2 d\omega^2 (5 - 4\,\text{sen}^2\,\omega + 4\,\text{sen}^4\,\omega)}{(1 - \text{sen}\,2\omega)^2}.$$

Per avere ds_1 osserveremo che basta mutare $+\omega$ in $-\omega$, e così

$$ds_1^2 = \frac{a^2 d\omega^2 (5 - 4\,\text{sen}^2\,\omega + 4\,\text{sen}^4\,\omega)}{(1 + \text{sen}\,2\omega)^2}.$$

Da queste espressioni si deducono

$$ds_2 = \frac{a\,d\omega \sqrt{5 - 4\,\text{sen}^2\,\omega + 4\,\text{sen}^4\,\omega}}{1 - \text{sen}\,2\omega}$$

$$ds_1 = \frac{a\,d\omega \sqrt{5 - 4\,\text{sen}^2\,\omega + 4\,\text{sen}^4\,\omega}}{1 + \text{sen}\,2\omega}.$$

e presane la differenza troveremo

$$ds_2 - ds_1 = \frac{2a\,d\omega \sqrt{5 - 4\,\text{sen}^2\,\omega + 4\,\text{sen}^4\,\omega}}{\cos^2.\,2\omega}$$

ed esprimendo tutto in funzione dell'arco doppio sarà

$$ds_2 - ds_1 = \frac{2a\,d\omega}{\cos^2.\,2\omega} \sqrt{4 + \cos^2.\,2\omega}$$

ovvero

$$ds_2 - ds_1 = \frac{2a\,d\omega\,(4 + \cos^2.\,2\omega)}{\cos^2.\,2\omega \sqrt{4 + \cos^2.\,2\omega}}$$

od anche

$$ds_2 - ds_1 = \frac{8a\,d\omega}{\cos^2.\,2\omega \sqrt{4 + \cos^2.\,2\omega}} + \frac{2a\,d\omega}{\sqrt{4 + \cos^2.\,2\omega}}.$$

Si prenda a considerare la funzione

$$\text{tang}\,2\omega \sqrt{5 - \text{sen}^2.\,2\omega}$$

e si differenzi, sarà

$$d.\,\text{tang}\,2\omega \sqrt{5 - \text{sen}^2.\,2\omega} = \frac{2\,d\omega\,(5 - \text{sen}^2.\,2\omega - \text{sen}^2.\,2\omega\,\cos^2.\,2\omega)}{\cos^2.\,2\omega \sqrt{5 - \text{sen}^2.\,2\omega}}$$

ovvero

$$d.\,\text{tang}.\,2\omega \sqrt{5 - \text{sen}^2\,2\omega} = \frac{2\,d\omega\,(4 + \cos^2.\,2\omega - \text{sen}^2.\,2\omega\,\cos^2.\,2\omega)}{\cos^2.\,2\omega \sqrt{5 - \text{sen}^2.\,2\omega}}$$

dalla quale

$$d.\tang.2\omega\sqrt{5-\sen^2.2\omega}=\frac{8\,d\omega}{\cos^2.2\omega\sqrt{5-\sen^2.2\omega}}+\frac{2\,d\omega}{\sqrt{5-\sen^2.2\omega}}-\frac{2d\omega\sen^2.2\omega}{\sqrt{5-\sen^2.2\omega}}$$

e trasformando l'ultimo termine sarà

$$d.\ \tang.\ 2\omega\sqrt{5-\sen^2.\ 2\omega}$$

$$=\frac{8\,d\omega}{\cos^2.\ 2\omega\sqrt{5-\sen^2.\ 2\omega}}+\frac{2\,d\omega}{\sqrt{5-\sen^2.2\omega}}-\frac{10\,d\omega}{\sqrt{5-\sen^2.2\omega}}+2d\omega\sqrt{5-\sen^2.2\omega}$$

dalla quale traesi

$$\frac{8\,a\,d\omega}{\cos^2.2\omega\sqrt{5-\sen^2.2\omega}}=a\,d.\tang.2\omega\sqrt{5-\sen^2.2\omega}+\frac{8\,a\,d\omega}{\sqrt{5-\sen^2.2\omega}}-2a\,d\omega\sqrt{5-\sen^2.2\omega}$$

che sostituito nella differenza tra i due archi risulta

$$d\,s_2-d\,s_1=a\,d.\ \tang.\ 2\,\omega\sqrt{5-\sen^2.\ 2\,\omega}+\frac{8\,a\,d\omega}{\sqrt{5-\sen^2.\ 2\,\omega}}-2\,a\,d\,\omega\sqrt{5-\sen^2.\ 2\,\omega}$$

ed in fine

$$s_2-s_1=a\ \tang.\ 2\,\omega\sqrt{5-\sen^2.\ 2\,\omega}+\frac{4\,a}{\sqrt{5}}F\left(\tfrac{1}{5},2\,\omega\right)-a\sqrt{5}\ E\left(\tfrac{1}{5},2\,\omega\right)+C$$

nella quale abbiamo le due funzioni ellittiche annunciate.

12. Se consideriamo la somma dei due archi elementari avremo

$$d\,s_2+d\,s_1=\frac{2\,a\,d\omega\,\sen.\ 2\,\omega}{\cos^2.\ 2\,\omega}\sqrt{4+\cos^2.\ 2\,\omega}$$

e fatto qui

$$\cos 2\,\omega=u,\quad 2\,d\omega\,\sen 2\,\omega=-d\,u$$

si ha

$$d\,s_2+d\,s_1=-\frac{4\,a\,du}{u^2}\sqrt{4+u^2}$$

che può essere posto sotto la forma seguente

$$d\,s_1+d\,s_2=-\frac{4\,a\,du}{u^2\sqrt{4+u^2}}-\frac{a\,du}{\sqrt{4+u^2}}$$

ed integrando per modo che ad $\omega=0$, corrisponda la somma degli archi nulla, avremo

$$s_1+s_2=-4a\int\frac{du}{u^2\sqrt{4+u^2}}-a\int\frac{du}{\sqrt{4+u^2}}$$

Ponendo

$$u=\frac{4-z^2}{2z},\quad du=-\frac{dz(4+z^2)}{2z^2}$$

troveremo

$$\frac{du}{u^2\sqrt{4+z^2}}=-\frac{4z\,dz}{(4+z^2)^2}=-d.\frac{2}{4+z^2}$$

$$\frac{du}{\sqrt{(4+u^2)}}=-\frac{dz}{z}=d.\log\frac{1}{z}$$

e quindi ponendo in luogo di z il suo valore, ed integrando, avremo

$$\int\frac{du}{u^2\sqrt{4+u^2}}=-\frac{1}{u(\sqrt{4+u^2}-u)},\quad \int\frac{du}{\sqrt{4+u^2}}=\log\left(\frac{\sqrt{4+u^2}+u}{4}\right)$$

onde

$$s_1+s_2=\frac{4a}{u(\sqrt{4+u^2}-u)}-a\log\left(\frac{\sqrt{4+u^2}+u}{4}\right)$$

ed anche

$$s_1+s_2=\frac{a(\sqrt{4+u^2}+u)}{u}-a\log\left(\frac{\sqrt{4+u^2}+u}{4}\right)$$

e finalmente

$$s_1+s_2=\frac{a(\sqrt{4+\cos^2 2\omega}+\cos.2\omega)}{\cos.2\omega}-a\log\left(\frac{\sqrt{4+\cos^2 2\omega}-\cos 2\omega}{4}\right)+C.$$

Per determinare la costante d'aggiungersi nella integrazione noteremo che ad $\omega=0$, come stabilimmo corrispondono $s_1=0$, $s_2=0$, onde

$$0=a(\sqrt{5}+1)-a\log\left(\frac{\sqrt{5}+1}{4}\right)+C$$

che sottratta dalla antecedente abbiamo per la somma

$$s_1+s_2=a\log\left(\frac{\sqrt{5+1}}{\sqrt{4+\cos^2 2\omega}+\cos.2\omega)}\right)-a\left(\frac{\sqrt{5}-\sqrt{4+\cos^2.2\omega}}{\cos 2\omega}\right).$$

13. Termineremo questa breve nota con

Determinare l'equazione di quella superficie alla quale condotti dalla origine i raggi vettori e dalla estremità di essi, guidati i piani perpendicolari,

risulti costante per tutti i punti di essa superficie la distanza di qualunque suo punto dal luogo ove il piano perpendicolare taglia l'asse delle ascisse.

Si dicano x, y, z le coordinate di qualsivoglia punto M della superficie, ed X, Y, Z le coordinate variabili del raggio vettore guidato dalla origine al punto M, le sue equazioni saranno

$$\frac{X}{x}=\frac{Y}{y}=\frac{Z}{z}.$$

Il piano guidato pel punto M perpendicolarmente al raggio vettore ci è dato da

$$X_1 x + Y_1 y + Z_1 z = x^2 + y^2 + z^2$$

ove X_1, Y_1, Z_1 sono le coordinate variabili del piano, ed il suo punto d'incontro coll'asse della x, da

$$Y_1=0,\quad Z_1=0,\quad X_1=\frac{x^2+y^2+z^2}{x}.$$

Rappresentando per a la distanza dal punto M dalla estremità X_1, avremo evidentemente

$$a^2=(X_1-x)^2+y^2+z^2$$

dalla quale si trae

$$(x^2+y^2+z^2)(y^2+z^2)=a^2x^2 \qquad (7)$$

che è una superficie del quart'ordine che passa per l'origine delle coordinate.

Le sue sezioni principali sono

$$\text{per } x=0,\quad y=0,\quad z=0$$
$$\text{per } y=0,\quad z^2(x^2+y^2)=a^2x^2$$
$$\text{per } z=0,\quad y^2(x^2+y^2)=a^2x^2$$

ove le linee sezioni principali sopra i piani coordinati ZX, XY sono eguali: se ora consideriamo le sezioni fatte parallelamente al piano ZY, le quali risultano dal porre $x=b$ troveremo primieramente

$$(y^2+z^2)^2+b^2(y^2+z^2)-a^2b^2=0$$

da cui

$$y^2+z^2=-\frac{b^2}{2}\pm\sqrt{\frac{b^4}{4}+a^2b^2}$$

che appartiene ad una circonferenza reale quando si prenda il segno positivo pel radicale di secondo grado: dunque la superfieie di quarto grado è di rotazione e risulta da una delle due curve sezioni principali la quale ruoti intorno l'asse delle x.

Se la superficie si considera tagliata da una sfera di raggio r, saranno coesistenti le due equazioni

$$x^2+y^2+z^2=r^2, \quad (x^2+y^2+z^2)(y^2+z^2)=a^2x^2$$

dalle quali

$$x^2=\frac{r^4}{a^2+r^2},$$

dunque la sezione è piana.

È bene notare che questa superficie di quarto grado può considerarsi risultare generata da una circonferenza variabile la quale col suo centro scorra lungo l' asse delle x, e coi suoi vertici lungo due linee del quart' ordine date da equazioni pariformi alla (1).

Di fatti sieno OM_1, OM_2 due linee del quart'ordine ed eguali, e la circonferenza generatrice in una sua posizione qualunque sia $M_1\,M\,M_2$ cosicchè il punto M appartenga simultaneamente alla circonferenza generatrice ed alla superficie. Si dicano x, y, z le coordinate del punto M, per le linee direttrici avremo, dicendo a il parametro comune

$$\frac{a}{\overline{PM}_1^2}=1+\frac{\overline{PM}_1^2}{x^2}, \quad \frac{a^2}{\overline{PM}_2^2}=1+\frac{\overline{PM}_2^2}{x^2}$$

le quali si riducono ad una perchè $PM_1=PM_2=PM$ e per la circonferenza generatrice essendo

$$\overline{PM}_1^2=y^2+z^2$$

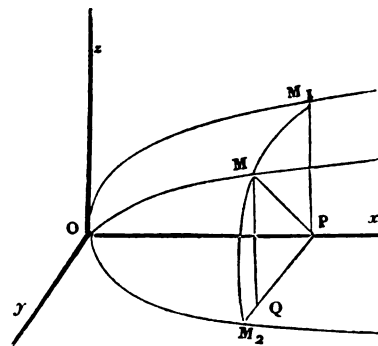
ne risulta

$$\frac{a^2}{y^2+z^2}=1+\frac{y^2+z^2}{x^2}$$

che è la stessa (7).

Profittando di questa legge di generazione della superficie, possiamo considerare sopra i piani coordinati due linee del quart'ordine che sieno della stessa specie, ma che differiscano pel parametro, cioè sia

$$\frac{a^2}{\overline{PM}_1^2}=1+\frac{\overline{PM}_1^2}{x^2}, \quad \frac{b^2}{\overline{PM}_2^2}=1+\frac{\overline{PM}_2^2}{x^2}$$

e che PM_1, PM_2 sieno i due semi-assi di una ellisse la cui equazione è allora

$$\frac{y^2}{\overline{PM}_2^2} + \frac{z^2}{\overline{PM}_1^2} = 1.$$

dalle due prime deduciamo

$$\overline{PM}_1^2 = \sqrt{\frac{x^4}{4} + a^2 x^2} - \frac{x^2}{2}, \quad \overline{PM}_2^2 = \sqrt{\frac{x^4}{4} + b^2 x^2} - \frac{x^2}{2}$$

e quindi

$$\frac{y^2}{\sqrt{\frac{x^4}{4} + b^2 x^2} - \frac{x^2}{2}} + \frac{x^2}{\sqrt{\frac{x^2}{4} + a^2 x^2} - \frac{x^2}{2}} = 1$$

per l'equazione della superficie la quale si troverà essere dell'ordine ottavo. Se si ponesse $a = b$ si troverebbe di nuovo la superficie di quart'ordine (7).

14. Giacchè la superficie dataci da

$$(x^2 + y^2 + z^2)(y^2 + z^2) = a^2 x^2$$

è quella che risulta dalla rotazione della linea

$$y^4 + x^2 y^2 = a^2 x^2$$

intorno l'asse delle x, così il valore di una sua qualunque porzione di superficie compresa tra l'origine ed un piano perpendicolare all' asse delle x, è quella che è generata dalla linea, onde la sua determinazione sarà ridotta così a dipendere dalla formola generale

$$S = 2\pi \int y \, ds,$$

e facendo uso delle coordinate circolari sarà

$$y = a \operatorname{sen} \varphi, \quad ds = \frac{a \, d\varphi}{\cos^2 \varphi} \sqrt{1 + \operatorname{sen}^2 \varphi \cos^2 \varphi}$$

e quindi

$$S = 2\pi a^2 \int \frac{d\varphi \operatorname{sen} \varphi}{\cos^2 \varphi} \sqrt{1 + \operatorname{sen}^2 \varphi \cos^2 \varphi}.$$

Integrando per parti otteniamo

$$S = 2\pi a^2 \left[\frac{\sqrt{1 + \operatorname{sen}^2 \varphi \cos^2 \varphi}}{\cos \varphi} - \int \frac{d\varphi \operatorname{sen} \varphi (\cos^2 \varphi - \operatorname{sen}^2 \varphi)}{\sqrt{1 + \operatorname{sen}^2 \varphi \cos^2 \varphi}} \right].$$

Per integrare il secondo termine si ponga prima sotto la seguente forma

$$\int \frac{d\varphi \operatorname{sen} \varphi (\cos^2 \varphi - \operatorname{sen}^2 \varphi)}{\sqrt{1 + \operatorname{sen}^2 \varphi \cos^2 \varphi}} = \int \frac{d\varphi \operatorname{sen} \varphi (2\cos^2 \varphi - 1)}{\sqrt{1 + \cos^2 \varphi - \cos^4 \varphi}}$$

nel quale fatto $\cos\varphi = u$ si ottiene

$$\int\frac{d\varphi \operatorname{sen}\varphi\,(2\cos^2\varphi-1)}{\sqrt{1+\cos^2\varphi-\cos^4\varphi}} = -\int\frac{du\,(2u^2-1)}{\sqrt{1+u^2-u^4}},$$

ed essendo

$$u^4-u^2-1=\left(u^2+\frac{\sqrt{5}+1}{2}\right)\left(u^2+\frac{\sqrt{5}-1}{2}\right).$$

si faccia per comodo

$$\alpha^2=\frac{\sqrt{5}+1}{2}\quad,\quad \beta^2=-\frac{\sqrt{5}-1}{2}$$

avremo

$$1+u^2-u^4=(\alpha^2-u^2)(u^2-\beta^2)$$

e quindi

$$\int\frac{d\varphi \operatorname{sen}\varphi\,(2\cos^2\varphi-1)}{\sqrt{1+\cos^2\varphi-\cos^4\varphi}} = -\int\frac{du\,(2u^2-1)}{\sqrt{(\alpha^2-u^2)(u^2-\beta^2)}}$$

dalla quale si deduce

$$\int\frac{du\left[2(u^2-\beta^2)+2\beta^2-1\right]}{\sqrt{(\alpha^2-u^2)(u^2-\beta^2)}}=2\int du\sqrt{\frac{u^2-\beta^2}{\alpha^2-u^2}}+(2\beta^2-1)\int\frac{du}{\sqrt{(\alpha^2-u^2)(u^2-\beta)^2}}$$

Si ponga dopo ciò

$$u=\alpha\cos\theta$$

ed otterremo

$$\int\frac{du\,(2u^2-1)}{\sqrt{(\alpha^2-u^2)(u^2-\beta^2)}}=-2\int d\theta\sqrt{\alpha^2\cos^2\theta-\beta^2}-(2\beta^2-1)\int\frac{d\theta}{\sqrt{\alpha^2\cos^2\theta-\beta^2}}.$$

ovvero

$$\int\frac{du\,(2u^2-1)}{\sqrt{(\alpha^2-u^2)(u^2-\beta^2)}}=-2\int d\theta\sqrt{(\alpha^2-\beta^2)-\alpha^2\operatorname{sen}^2\theta}-(2\beta^2-1)\int\frac{d\theta}{\sqrt{(\alpha^2-\beta^2)-\alpha^2\operatorname{sen}^2\theta}}$$

e finalmente

$$\int\frac{du\,(2u^2-1)}{\sqrt{(\alpha^2-u^2)(u^2-\beta^2)}}=-2\sqrt{\alpha^2-\beta^2}\int d\theta\sqrt{1-\frac{\alpha^2}{\alpha^2-\beta^2}\operatorname{sen}^2\theta}-\frac{2\beta^2-1}{\sqrt{\alpha^2-\beta^2}}\int\frac{d\theta}{\sqrt{1-\frac{\alpha^2}{\alpha^2-\beta^2}\operatorname{sen}^2\theta}}$$

Ma essendo

$$\alpha^2-\beta^2=\sqrt{5}\,,\quad 2\beta^2-1=-\sqrt{5}$$

avremo

$$\frac{\alpha^2}{\alpha^2-\beta^2}=c^2<1$$

e perciò i due termini che si devono integrare sono due funzioni ellittiche dello stesso modulo, l'una di prima e l'altra di seconda specie, e così per le solite notazioni avremo

$$\int\frac{du\,(2u^2-1)}{\sqrt{(\alpha^2-u^2)(u^2-\beta^2)}}=-2\sqrt[4]{5}\,E(\theta,c)+\sqrt[4]{5}\,F(\theta,c)$$

e l'area dimandata sarà espressa da

$$S=2\pi a^2\left[\frac{\sqrt{1+\text{sen}^2\varphi\cos^2\varphi}}{\cos\varphi}+2\sqrt[4]{5}\,E(\theta,c)-\sqrt[4]{5}\,F(\theta,c)\right].$$

15. In fine faremo osservare che la superficie dataci dalla (7) ha per superficie assintotica un cilindro circolare la cui base ha per raggio a.

Si riprenda a questo fine l'equazione (7) e si ponga sotto la forma

$$(y^2+z^2)^2+x^2(y^2+z^2)-a^2x^2=0;$$

da questa deduciamo

$$x^2=\frac{(y^2+z^2)^2}{a^2-(y^2+z^2)}$$

che ci fa conoscere essere $x=\infty$, quando sia

$$y^2+z^2=a^2,$$

il che è conforme a quanto abbiamo indicato.

FLORULA DEL COLOSSEO

COMUNICAZIONE III.ª

DELLA CONTESSA ELISABETTA FIORINI-MAZZANTI

MALVACEE

Malva sylvestris Seb. Enum. p. 51.

Annua, o bienne, subirsuta; foglie inferiori lungo-peziolate, reniformi, rotondate a lobi ottusi; le superiori a lobi più profondo-acuti; fiori ampli, fascicolati; corolle del calice assai più lunghe; carpidii minuto-reticolato-rugosi, glabri. Fiori violaceo-porporeggianti.

Tra l'erbe del 2° Ordine.

Oss. Variabilissima specie a seconda delle diverse regioni e luoghi, donde chiarissimi botanici, tra quali il Moris, Gussone, e Tenore l'han divisa in altre; e quindi ne son venute la *Malva Mauritiana*, la *Malva vulgaris*, la *Malva erecta*, la *Malva ambigua*, la *Malva racemosa*, ecc.

Malva Nicaensis Fiorini append. nel giorn. dei letterati di Pisa ann. 1828.

Caule prostrato, od eretto, alquanto scabro; foglie inferiori reniformi rotondate a lobi più o meno ottusi; e le superiori a lobi profondi ed acuti; calice subcampaniforme, petali oltre il doppio più lunghi, carpidii reticolato-rugoso-alveolati.

Varia a fiori bianchi, di che potrebbesì forse riferire alla Var. y Parl della Fl. Italica però i carpidii sono glabri, e non già irsuti.

Minore dell'antecedente, e sinonimo di questa specie è la *Malva rotundifolia* del Seb. e Mauri nel prodr. della Flora Romana.

Lavatera sylvestris Guss. prod. Fl. Sic. V. 11. p. 33.

Verde-cupo pressochè atro; caule elato, ramossissimo, scabro; foglie reniformi-ottuso-lobate, e le superiori acuto-angolate; peduncoli glomerati, involucello trifido a lobi ovato-ottusi; calice a lacinie subdeltoidi acutis-

sime, reticolato-ispide; semi glabri; Fiori violacei, bianchicci. *Lavatera triloba Seb. Enum.* p. 51.

2° e 3° Ordine dell'Anflteatro.

Oss. Come sinonimi sono riportati da alcuni autori la *Lavatera Neapolitana*, la *Lavatera triloba*, ed anco la *Lavatera cretica*, cui il chiarissimo Moris eziandio crede identica. Di avviso contrario sono poi altri preclari botanici, e la descrivono distinta. Secondo mio debole giudizio, e secondo miei esemplari non saprei riunire le due specie, quantunque non presentino decisi caratteri di differenza, ma per fisonomia, colore, proporzioni, ed altre minute particolarità, parmi doverne andare disgiunte.

Lavatera cretica Guss. Fl. Sic. V. 11. p. 233.

Erbacea, di un verde pallido glaucescente; foglie ampie, mollemente pubescenti rotondate a lobi ottusi, le superiori a lobi acuti; lacinie del calice lato-ovate, acuto-strigose.

Fioriscono ambedue la più parte dell'anno tra i rottami, e crepacci dei piani superiori.

ROSACEE

Rosa sempervirens a Scandens D. prodr. syst. Veg. V. 11. p. 597.

Surculi scandenti; aculei falcati; Frutice a foglie persistenti glaberrime impari pinnate; foliole ovate, arguto-serrate; fiori corimbosi bianchi fragrantissimi; cinorrodio ovoideo-rotondato in un coi peduncoli ispido-glandulosi.

Rosa sempervirens Seb. enum. p. 69.

Surculi lungo-pendenti dai muri nella parte più elevata dell'Anfiteatro.

Fragaria Collina Bert. V. 5. p. 239.

Calice al frutto approssimato; villi dei pezioli patentissimi, dei peduncoli eretto-avvicinati; foglie pubescenti sericee; stoloni brevi. (Della Fragaria vesca minore.

In estate sul suolo delle arcate nel 2° Ordine.

Rubus Dalmaticus Guss. syn. Fl. Sicul. V. 1. p. 568.

Frutice a Caule e pezioli aculeati; aculei validi, adunchi; foglie 5-3 ter-

nate; foliole ovali, od obovali, inugualmente aguto-duplicato-serrate; sopra glabre, sotto di tenue tomento incane; pannocchia ramosa; sepali inermi, concavi acuminati, tomentosi; sincarpo globoso; drupeole mature nere e dolci. (Fiori grandi e rosei.

Rubus fruticosus Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p.

Sulla parte superiore dell'Anfiteatro.

Oss. Questo in genere è il *Rubus fruticosus* dei botanici; e come varietà *Dalmaticus* viene riportata dal Decandolle nel suo prodr. Syst. Veg. ed egualmente come Var. ε dal Tenore nella sua Flora Napolitana. Il Ch. Gussone l'ha distinta come specie nella sinossi della Flora sicula; ed indi nella Flora Inarimense. ove l'addita come specie controversa, perchè non bene conosciuta; e ripete che il Rubus fruticosus di Germania è certamente diverso; ed aggiunge che un' esemplare d'Inghilterra mandatogli dall'Alexander differisce appena dalla nostra pianta; mentre il chiaris.° Lindley mette il Rubus fruticosus tra quelli che hanno i fiori fastigiati; e dalla sua stessa descrizioue, e da alcuni altri esemplari esotici, si riconosce appartenere il nostro piuttosto al *Rubus nitidum*.

Cerasus avium Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 168.
Fiori quasi coetanei umbellati; peduncoli posanti sulla gemma squamosa; rami divaricati; foglie ovato-acuminate, biserrate; drupa piccola nero-purpurea.

Vistosi Arboscelli che sorgevano eretti infra i crepacci dei muri del 2° Ordine; rimpetto la porta principale dell'ingresso.

Craetegus oxiacantha γ laciniata DC. prodr. syst. Veg. V. 11. p. 628.
Arboscello a foglie profondo 3–5 fide inciso-serrate, base cuneata; spine pungenti, valide; rami, foglie, e peduncoli rado-villosi; frutto monopireno. Craetegus oxiacantha Seb. Enum. p. 34. Di più autori è il Cr. Monogyna.

Sugli ordini superiori dell'Anfiteatro.

Poterium sanguisorba Seb. Enum. p. 64.

Erbaceo; caule angolato; foliole breve-peziolate ovato-oblunghe serrate, glabre; fiori inferiori de capolini maschi, superiori feminei.

Sul suolo aprico del 2° Ordine.

Ampelidee

Vitis vinifera Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 103.

Frutice a caule flessuoso cirrifero; foglie lobate, sinuato-dentate, nude al di sopra, tomentose al di sotto; fiori erbacei soave olenti.

2° Ordine infra l'erbe.

Convolvulacee

Convolvolus arvensis Seb. Enum. p. 37.

Radice a multicauli prostrati, o volubile; foglie alterne sagittate od astate; peduncoli uniflori, brattee minute dal calice remote. Frequentissimo in tutta estate sul suolo dell'arena.

Convolvolus sylvestris Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 98.

Scandente; foglie grandi cordato-ovate; orecchiette rotondate, o troncate; peduncoli ascellari, solitari uniflori; brattee ovato-ottuse, inflato-ventricose inchiudenti il calice.

Tra le piante degli ordini superiori in estate.

Polygalee

Polygala Monspeliaca Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 233.

Glabra, ed eretta; foglie lineari, lanceolato-acute; ali oblunghe, trinervi; della capsula molto maggiori; fiori crestati, disposti in racemo. Flavescenti.

Sulle parti più elevate ed aride dell'Anfiteatro. Fiorisce in Giugno.

Poligonée

Polygonum Romanum Decand. in Jacq. prodr. syst. Veg. part. 14. p. 86.

Suffruticoso; cauli prostrati, flagelliformi, lungamente perduranti, densò fogliati; ocree late, brevi, acuminate, indi lacero-multifide, foglie lineari acute venoso-striate, fiori solitari; achenio opaco tenne lineato-punteggiato.

Polyg. flagellare Seb. et Maur. in Bert. prodr. flora Rom. p. 142.

In tutto estate prostrato sul suolo dell'arena.

Il Bertoloni riferisce che il Jacquin nelle sue osservazioni e tavola dice che *il Polyg. Romanum* è d'assai prossimo al *Polyg. flagellare*, e forse lo stesso; ma siccome quest'ultimo presenta le foglie crenate; e i fiori gemini; così egli sospetta che la specie possa appartenere al Polyg. serratum di Linneo; ma la cosa è restata incerta.

Il Gussone nelle sue piante rare: il Tenore nella sua appendice alla Flora Napoletana, e il Boccone nel suo museo tutti lo riportano con il nome di *Polyg. romanum*.

I miei esemplari non bene convengono con il *Polyg. flagellare* Bert. e Seb. e Mauri bensì con la diognosi del *Polyg. Romanum* del Decandolle.

Polyg. Aviculare Seb. e Maur. prodr. fl. Rom. p. 143.
Caule dalla base ramoso, per lo più prostrato, rado fogliato; foglie ellittico-lanceolate, o lineari; ocree allungato-bifide, indi lacere, fiori ascellari 3–5. Annuo.

Il Decandolle giustamente lo chiama tristissimo per le innumerevoli forme che assume a seconda della natura delle stazioni, e delle quali forme egli ne riporta sei delle principali.

Il Sebastiani nella sua enumerazione riporta il *P. Convolvolus*, ed il *P. persicaria*, che io non ho mai trovati.

Cariofillée

Dianthus prolifer Seb. Enum. p. 41.
Caule alternamente ramoso; fiori aggregato-capitati, nelle squame calicine ovate, mutiche inchiusi; semi foschi convesso-concavi. Annuo, fiori pallido rossi.

Sul podio, tra il fine di primavera e l'estate.

Dianthus velutinus Guss. in Reicheubach, syn. Fl. Sic. V. 1° p. 499.
Dell'antecedente minore, caule semplice, articoli intermedii pubescenti; foglie superiori glabre, squame acuminate; semi cimbiformi acuto-tubercolati.

Fiorisce come sopra, ma discosto dal precedente; del quale ho dubbio essere stato dal Seb. e Mauri confuso.

Silene Italica Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 150.

Peloso–pubescente; cauli ramossissimi; foglie inferiori ovato–spatolate, superiori lineari; pannocchia eretto–patula, calici lungo–clavati; petali bilobi, nudi. (Bienne.

Bell'ornamento formava in primavera in sulle vetuste mura, uscendo in copia, e quasi orizzontalmente da lor fessure; e grato si era l'olezzo che spiravan lor bianchi fiori.

Lychnis divaricata Guss. in Reichenbach fl. Sic. V. 1° p. 504.

Dioica; caule superiormente dicotomo con infiorescenza a pannocchie divaricate; calice inflato 5. fido; petali bipartiti, coronati alla fauce; foglie ovali, lanceolate; cauli inferiormente peloso–lanosi, superiormente tomentosi; fiori or bianchi, or rosei. Lychnis dioica Seb. Enum. p. 53.

Sulle vetuste mura, e sul podio.

Oss. Questa specie è in generale ritenuta come *Lycnis dioica*. L'occhio sagace del chiarissimo Gussone ha saputo profittare della giusta distinzione del Reichenbach; e fa nota di alcuni caratteri differenziali; ma non di gran momento.

Amando io, al bisogno di confronti, di riandare sulle piante del mio erbario, ho trovato con piacere un'esemplare della *Lycnis dioica* raccolto in Roma nella mia prima giovinezza, e nell'entrare appena in botanica, allorchè l'illustre e celeberrimo mio amico e maestro Gian Battista Brocchi onoravami di sue lezioni; e l'esemplare ha l'etichetta di suo proprio pugno. I caratteri desunti sono i seguenti: irsuzia maggiore; il caule variare dal semplice unifloro al tricotomo, del quale due rami laterali si ergono parallelamente con pochi fiori all'apice; e l'intermedio si rimane tanto più breve ed unifloro.

Tali caratteri mi paiono sufficienti a distinguerne la specie.

Sagina procumbens Seb. e Maur. prodr. Fl. Rom. p. 83.

Cauli tenui, cespitosi, diffusi; foglie lineari con piccola resta, connate alla base; peduncoli capillari ascendenti; sepali ottusi del calice molto più brevi.

Sul podio in estate.

Sagina apetala. Autori sovr. cit.

Rami piuttosto eretti pubescenti; foglie subulate, quasi ciliate alla base; sepali ottusi; fiori per lo più apetali.

Come sopra.

Saxifraga tridactylites Seb. Enum. p. 63.

Glanduloso–viscida; caule ramoso; foglie radicali spatolate, integre; cauline cuneiformi 3–5 fide; petali ottusi integri, il calice appena superante.

Tra le borraccine ed erbette dell'Anfiteatro.

Gypsophila saxifraga Seb. Enum. p. 149.

Cauli numerosi eretto–rigidi; infiorescenza quasi corimbosa; squame quaterne il calice involucrante; foglie rigide lineari (bienne.

Sulle mura del podio.

Arenaria tenuifolia Seb. Enum. p. 27.

Canle ramossissimo, dicotomo; foglie setacee subulate; sepali subulato–striati de' petali molto più lunghi.

Vive come sopra.

Arenaria serpyllifolia cit. Enum.

Foglie ovato–acute, sessili, o alquanto in peziolo attenuate, rugulose, ciliate; sepali lanceolato–acuti trinervi, della corolla quasi il doppio superanti; semi esigui reniformi.

Come sopra.

Stellaria media Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 153.

Cauli debili procumbenti con linea laterale alterno–pelosa; foglie ovato–acute delicate, peduncoli fruttiferi ricurvi; petali bipartiti; semi reniformi, compresso–tubercolati.

Sul suolo degli ambulacri.

Cerastium campanulatum Seb. Enum. p. [illegible]

Annuo, sub villoso–viscoso; cauli diffusi ascendenti, superiormente dicotomi; foglie cauline oblunghe; peduncoli superiori sparso–dicotomo–pannocchiuti; petali semibifidi, del calice al doppio più lunghi.

In primavera sul podio, ed in ogni dove dell'Anfiteatro.

Cerastium vulgatum sov. cit. Enum.

Annuo, ed irsuto; caule piuttosto eretto; foglie ovali, ottuse, irsute; pannocchia fiorente glomerata, fruttifera lassa sovra peduncoli dicotomi, allungati; petali ai calici eguali, e le capsule al doppio più lunghe.

Vive e fiorisce come sopra.

Cerastium glomeratum Guss. in Thuil. prodr. Fl. Sic. V. 1. p. 505.

Mollemente irsuto subviscoso; cauli brevissimi cespitosi; foglie oblunghe ovali; cauline in peziolo attenuate; fiori glomerati; sepali acuti, margine e punta nitido–bianco–scariosi; petali bipartiti appena superante il calice. Annuo.

Infra le graminacee ed erbette del podio.

COMUNICAZIONI

Il Segretario lesse una lettera del ch. P. Giuseppe Lais, colla quale egli ringraziava l'Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei per la nomina ricevuta di Socio Ordinario della medesima.

Il sig. Conte Ab. Francesco Castracane degli Antelminelli presentò all'Accademia, a nome dei fratelli sigg. Giuseppe ed Enrico Rigacci, il Catalogo stampato delle conchiglie viventi che si rinvengono nella Collezione di loro proprietà, ricca di ben 9457 specie. Alla enumerazione di queste è aggiunta la necrologia del fu Giovanni Rigacci di ch. memoria, fratello dei sullodati ed autore principale della raccolta mentovata, il quale si rese benemerito della scienza conchiologica dedicandovi tempo e somme considerabili. Ove si rifletta che questo ramo delle scienze naturali è per la geologia e paleontologia, non meno importante che la numismatica per l'archeologia; non si potranno non encomiare grandemente i sigg. fratelli Rigacci per il ricco contributo che forniscono alla scienza moderna, ed in pari tempo non rimarrà dimenticata la memoria di colui, che senza essere iniziato per educazione giovanile alle scienze naturali, seppe ciò non ostante coltivarne una parte interessantissima, benchè in età matura con intelligenza non comune e con incontrastabile profitto.

SOCI PRESENTI A QUESTA SESSIONE

R. P. A. Secchi, – Monsig. F. Nardi – Comm. A. Cialdi – Conte Ab. F. Castracane degli Antelminelli – Monsig. F. Regnani – Prof. T. Armellini – P. F. S. Provenzali – Cav. Prof. Michele Stefano De Rossi – P. S. Ferrari – D. B. Boncompagni – Prof. M. Azzarelli – Prof. V. Diorio.

L'Accademia aperta alle ore 3 $\frac{1}{2}$ pomeridiane, fu chiusa alle ore 5 $\frac{1}{2}$.

OPERE VENUTE IN DONO

1. *Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti dal Novembre* 1874 *all'Ottobre* 1875 — Tomo Primo, Serie Quinta — *Dispensa Prima* — Venezia Presso la Segreteria dell'Istituto nel Palazzo Ducale. Tip. Grimaldo e C. 1874—75. In 8.°
2. BERTIN (L. E.) — *Notice sur la Marine à vapeur de guerre et de commerce depuis son origine jusqu' en* 1874 *par L. E. Bertin, Ingénieur de la Marine, Docteur en droit, etc.* Paris, Dunod, éditeur, ecc. Quai des Augustins, 49 1875. In 8.°
3. BONCOMPAGNI (B.) — *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche pubblicato da B. Boncompagni*, ecc. Tomo VII. Settembre—Ottobre 1874. Roma tipografia delle Scienze Matematiche e Fisiche, Via Lata, Num.° 211 A. 1874. In 4.°
4. *Catalogo delle Conchiglie componenti la Collezione Rigacci* — Parte Prima — *Conchiglie viventi*. Roma coi tipi del Salviucci 1874. In 4.°
5. DE ROSSI (Cav. Prof. MICHELE STEFANO). — *Bullettino del Vulcanismo Italiano Periodico geologico ed archeologico per l'osservazione e la storia dei fenomeni endogeni nel suolo d'Italia Redatto dal Cav. Prof. Michele Stefano De Rossi* — Anno I. Fascicoli XI e XII. — Novembre e Decembre 1874. Roma Tipografia della Pace Piazza della Pace N. 35 1875. In 8.°
6. *Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux* — Tome I (2 Série) 1er Cahier. Paris Gauthier-Villars, ecc. Quai des Augustins, 55, ecc. 1875. In 8.°
7. *Rendiconto della R. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche* (di Napoli) — Anno XIII. — Fascicolo 12° — Dicembre 1874. In 4.°

ATTI
DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA
DE'NUOVI LINCEI

SESSIONE IVª DEL 21 MARZO 1875

V. PRESIDENZA DEL PROF. MATTIA AZZARELLI

MEMORIE E COMUNICAZIONI
DEI SOCI ORDINARI E DEI CORRISPONDENTI.

ISTRUZIONI PER CHI VOGLIA RACCOGLIERE DIATOMEE
MEMORIA

DEL SIG. CONTE AB. FRANCESCO CASTRACANE

§. 1.

Se l'epoca nella quale viviamo ha molte e gravi mende da rimproverarsi, ha però il merito di avere largamente contribuito al progresso delle scienze sperimentali con la istituzione di nuovi musei e laboratorii, e con la diffusione di cognizioni utili per mezzo di libri popolari e di raccolte periodiche di tutto ciò che riguarda il movimento scientifico. In altri tempi alcune individualità privilegiate per penetrazione di ingegno e per elevatezza di mente dedicavansi a tutt'uomo al culto della Scienza e alla ricerca e contemplazione del vero nella quiete dei loro gabinetti, ed il frutto dei loro studii e dotti lavori tramandarono alla posterità in grossi volumi, che ora andiamo a consultare nelle biblioteche. Ma l'opera di questi sommi generalmente parlando era soltanto speculativa, ed a pochi era dato il farne prò, mentre nessuna relazione passava fra il pensatore e tutte le altre classi della società, le quali ordinariamente si occupano della vita pratica. Tale stato di isolamento degli uomini di scienza, se impediva di per se stesso il vantaggio che ne

avrebbe potuto trarre la società, non è che non tornasse altresì a danno della Scienza stessa, mentre lo studioso ridotto unicamente alle proprie risorse non poteva ricevere giovamento da esterna cooperazione diretta o indiretta; oltre che mancava dell'eccitamento che consegue potentissimo dalla pubblicità e più ancora dal plauso dei dotti, e di chi sente il pregio della Scienza.

Per quanto umile sia l'indirizzo fissatomi per i miei studii ancor io ho avuto agio a riconoscere l'utilità che ne viene dall'avere in più volte reso di pubblica ragione i risultati ottenuti nella elucidazione delle leggi biologiche delle Diatomee, e l'impegno pubblicamente preso di adoperarmi a tutt'uomo nello studio speciale di questo infimo ma interessantissimo ordine di esseri, mi ha tolto alla seduzione della connaturale volubilità, che mi avrebbe distratto ad altro ordine di idee; e gli incoraggiamenti, dei quali mi furono larghi alcuni che Europa tutta conosce ed onora, mi valsero sopra tutto a persistere nel mio proposito. Oltre tutto questo il gusto generalmente diffuso per il progresso della Scienza ed in particolar modo per la Storia Naturale fa che soventi volte io mi incontri con persone, le quali mostrano tutto l'interesse in sentirmi discorrere del soggetto favorito dei miei studii le Diatomee, e questo non di rado mi vale l'onore di qualche visita. In tali circostanze io non manco di sottoporre alla ammirazione di quelle persone gentili alcune delle più belle forme di Diatomee o da me ritratte per mezzo della fotografia, o pure sottoponendole direttamente al loro sguardo con l'aiuto del Microscopio. In tali occasioni frequentemente accade che persone le quali da lontani paesi o anche da altre parti del mondo trassero ad ammirare i superbi monumenti e le memorie della Roma antica e della moderna, gentilmente si offrono di raccogliere e riportare Diatomee, mentre da me intendono quanta ne sia la diffusione, e come non vi abbia punto della Terra che non ne possieda a dovizia: però nell'intendere l'estrema minutezza di quelle forme mi viene richiesto come sia possibile il riconoscerle e il farne raccolta. Quindi è che al presente mi propongo fornire alcune norme a quelli che avessero il gentile pensiero di favorirmi di alcun saggio per farmi conoscere la flora delle Diatomee dei loro paesi o di altri che avessero l'occasione di percorrere; e queste stesse norme intendo che possano ancora giovare alcuno che per avventura volesse coltivare l'istesso campo di ricerche, il quale quantunque possa sembrare ristretto, pure è tale da compensare le fatiche di più osservatori che contemporaneamente siano per adoperarvisi. L'argomento che vado a svolgere è tale che nessuno potrà attendere che su di

esso io sia per portare avanti delle novità. Però io voglio sperare che non sarà per riescire inutile e discaro che io abbia raccolto insieme quanto ho appreso nei diversi libri, i quali più o meno trattano del Microscopio e delle Diatomee, aggiungendovi in pari tempo quelle pratiche indicazioni, le quali sono il frutto della abbastanza lunga esperienza, che ho potuto acquistare in oltre a due lustri da che mi occupo in tali ricerche.

Le Diatomee, le quali dal principio furono generalmente riguardate come animali e che da Ehrenberg vennero annoverate nell'ordine degli Infusorii poligastrici, al presente sono universalmente riconosciute come appartenenti al regno vegetale; mentre per vegetali le dimostrano la proprietà della quale godono e che è caratteristica del vegetale, quella cioè di decomporre l'acido carbonico sotto l'influenza dei raggi solari. La Diatomea per tanto è un'alga unicellulare o meglio uniloculare, le di cui pareti sono silicee, ed è formata da due valve distinte aventi ciascuna un anello o cingolo pure siliceo, per mezzo del quale si accoppiano due a due abbracciandosi l'una l'altra in guisa da formare una minima scatoletta. Nel decomporre l'acido carbonico risultante dalla respirazione animale, le Diatomee assimilano il Carbonio ponendo in libertà l'Ossigeno, il quale è l'elemento necessario della respirazione animale istessa. L'importanza massima di tale funzione ci persuade della grande diffusione o meglio della universalità delle Diatomee. Le acque tutte contengono miriadi di animali viventi; perciò tutte le acque o siano dolci o salse o pure salmastre devono accogliere nel loro seno la vegetazione delle Diatomee. Però abbiamo detto di sopra che questi organismi hanno pareti silicee e perciò indistruttibili, le quali conseguentemente allorchè saranno morte dovranno cadere al fondo a far parte del limo. Quindi è che le Diatomee o si incontreranno viventi in attività di vegetazione, o pure potranno raccogliersi e conservarsi per studio in condizione fossile, nella quale il Geologo le riconosce formanti nella loro eccessivamente piccola mole dei depositi immensi per l'incalcolabile numero nel quale sono aglomerate. Pertanto noi dovremo partitamente discorrere delle Diatomee o fossili o viventi, di queste come appartenenti alle acque dolci o salmastre o salse, dando i caratteri per riconoscerle, ed accennando alle località nelle quali si trovano ed al mezzo di raccoglierle e conservarle.

§. 2.

E prima dirò delle Diatomee quali si incontrano allo stato fossile o semifossile. Questi miei cenni prenderebbero troppa estensione se io volessi ra-

gionare della importanza geologica di questi minimi organismi. Chi ne voglia sapere più a lungo su tale materia potrà consultare utilmente fra gli altri libri l'opera del sig. Pritchard = *A History of Infusoria including the Desmidiacæ, and Diatomacæ Britiseh and Foreign* = dove su l'appoggio di distintissimi Naturalisti e Geologi si asserisce che le Diatomee con l'enorme accumulamento delle loro indestruttibili spoglie hanno largamente contribuito alla formazione di taluni terreni, e fra gli altri il delta di alcuni dei più grandi fiumi quali il Missisipi il Nilo ed il Gange è costituito in grande parte dei resti di quelli umili organismi. Ma, che che ne sia dei calcoli che su l'aumento annuo di quei delta vogliansi istituire, è fuori di qualunque dubbio che si conoscono accumulamenti enormi delle spoglie delle Diatomee, che formano parte della crosta terrestre attualmente non ricoperta dalle acque, i quali hanno l'estensione talvolta di centinaia di chilometri e la spessezza di più metri, e taluno come sul fiume Columbia nell'America del Nord fino di cinquecento piedi. Il materiale di queste singolari formazioni, lo studio delle quali appartiene più specialmente al Geologo, viene utilizzato nelle arti a polire i metalli ed è riconosciuto in commercio specialmente sotto il nome di Tripoli o di terra di Tripoli, o vengono indicati con l'appellativo di farine fossili di *Infusorial Earth* presso gli Inglesi, di *Berg mehl* presso i Tedeschi. Queste oltre al polimento dei metalli servono ancora alla fabbricazione di laterizii refrattari. Simili materiali sono sempre preziosi per un Micrografo non meno che per il Geologo per le belle e molteplici forme, che quegli vi riscontra, e per le importanti indicazioni che questi ne deduce. Perciò vuolsi raccomandare a ciascuno, cui l'opportunità si presenti, di riportarne dei saggi, notando però con diligenza la località nella quale si ritrova il deposito e possibilmente l'epoca, alla quale questo appartiene, se pure la persona sia al caso di determinarla, o se ne possa avere l'indicazione da altri. Che se simili saggi saranno ognora graditissimi, però molti di questi sono tali da poterne difficilmente trarre partito. Molto frequentemente le minime valve delle Diatomee trovansi ridotte allo stato di roccia compatta o scisto, e le interessantissime e delicate forme sono conglutinate da principio calcare o silicico, o soli o associati. In tali casi talvolta l'azione prolungata degli acidi azotico e cloroidrico aiutati da digestione al calore spinto fino all'ebullizione, o pure anche l'influenza momentanea di una soluzione di potassa caustica bollente può disgregare in parte il materiale; però frequentemente avviene che questi mezzi non sieno sufficienti ad isolarne le Diatomee, e talvolta si è ridotti a profittare di quelle minime particelle, che

naturalmente separansi, allorchè la roccia viene spezzata. Però quando possa aver luogo la scelta fra diversi strati o campioni dovranno preferirsi quelli che abbiano 1° maggiore leggerezza specifica; 2° che siano di apparenza pulverulenta o meno compatta, e sieno tali da lasciar traccia su le dita al semplice contatto; 3° che si distinguono per candidezza quasi splendente (sebbene se ne incontrino anche di un giallo chiaro); e 4° finalmente che all'azione di un acido debole come l'aceto siano per presentare poca o nessuna effervescenza. Questi sono i principali caratteri a distinguere in un deposito il materiale più adatto alle ricerche miroscopiche su le Diatomee.

§. 3.

Ma non è raro l'incontrare ancora e il procurarsi queste maravigliose piccole creature in condizione semifossile. Questo accade nel fondo e nel limo di molti fiumi e laghi, ma sopra tutto nel fondo del mare. Per quanto io sia in grado di ricisamente negare che il fondo degli oceani sia ovunque ricoperto da avanzi di Diatomee e che il fango di quello si debba riguardare costituito dall'accumulamento di spoglie di miriadi di Diatomee di Radiolarie di Policistine di Foraminifere e di altri organismi microscopici, come generalmente suole affermarsi, pure volontieri riconosco (e ciò tanto più che l'ho con la mia esperienza riconosciuto in più volte) che spesso il letto del mare è ricoperto da molle immenso strato di finissima beletta, che è in grande parte formata dal deposito delle morte spoglie di organismi microscopici e specialmente di Diatomee. In tali casi la draga del Naturalista che si occupa della ricerca della vita animale nelle maggiori profondità del mare potrà di leggieri soddisfare la curiosità e la brama dei Micrografi, mentre la natura delle ricerche di questi presenta il vantaggio di potersi pienamente soddisfare con minimi saggi, i quali ancora si potranno agevolmente ottenere dalli più profondi abbissi per mezzo pure del più ordinario scandaglio. Della utilità di simili ricerche ho ragionato in altra occasione, e del vantaggio che se ne può ritrarre per lo studio della Geografia fisica del mare, il di cui progresso tanto grandemente interessa la navigazione e il commercio, nè occorre che qui ritorni su tale argomento: però vuolsi qui raccomandare caldamente ai capitani di marina che fossero per intraprendere tali scandagli nei loro viaggi e crociere, il marcare esattamente ad ogni volta su le carte di navigazione il punto, dove venne calato il piombino, e la profondità rinvenuta, ripetendo le medesime indicazioni sul pacchetto del fango estrattone da sottoporre in seguito all'esame microscopico.

§. 4.

Ma se grande è l'interesse che può presentare lo studio delle Diatomee fossili o semifossili, è però di gran lunga maggiore l'utile che il Diatomologo può ritrarre dall'osservazione delle specie viventi in rapporto alla piena conoscenza delle Diatomee istesse. È bensì vero che, ad indagare le leggi dell'esistenza di questi Esseri e a riconoscerne la relazione con la influenza degli agenti esterni e quanto concerne la Biologia, il Diatomologo ed il Micrografo Naturalista deve sopra tutto concentrare la sua attenzione alle osservazioni, che con grande vantaggio e quindi con la maggiore sua soddisfazione potrà fare di tempo in tempo, quando con instancabile assiduità andrà in ogni giorno sorvegliando delle Diatomee, che possa continuamente avere alla mano. Però al punto di vista morfologico sarà sempre opportunissimo l'avere da portare l'occhio scrutatore sopra raccolta di Diatomee ancorchè morte e mescolate di generi e specie, e questo sarà anzi necessario a chiarire se alcuna legge esista nella distribuzione di quelle, così in riguardo alla posizione geografica, come in rapporto alla natura dei terreni su i quali vegetarono, e delle acque in seno alle quali svilupparono, e in ordine alla loro stazione altimetrica. Sarà quindi utile il discorrere partitamente su le circostanze diverse, nelle quali possono aversi abbondanti raccolte di Diatomee e dei caratteri che valgono a farle distinguere, e quindi del modo di ottenerle.

§. 5.

Ma prima che io venga a ragionare partitamente di questo, e avanti che abbia da dettagliare delle istruzioni pratiche, credo opportuno l'antivenire ad una obbiezione, che generalmente si suole opporre da molti Naturalisti che più o meno di proposito si adoperano nello studio delle Diatomee. Si vorrebbe da alcuni, che tutte quelle preparazioni di Diatomee siano rigettate assolutamente, le quali siano per presentare più specie mescolate insieme, non ammettendosi come veramente utili per la Scienza altro che quelle raccolte o preparazioni che presentino una sola forma o specie, o perchè fortunatamente ritrovata libera e dissociata da qualunque altra o perchè con mirabile pazienza ed abilità venne fra molte altre prescelta ed isolata da diligente preparatore. Chi sostiene tale opinione suole appoggiarsi alla autorità del fu Professore Walker Arnott, il quale si distinse specialmente per

la sua profonda conoscenza delle Diatomee; ed io stesso ebbi l'occasione di far tesoro delle sue indicazioni e savissimi suggerimenti. Vuolsi che Esso dicesse che se avesse avuto da dar nuovamente principio a farsi una collezione di preparazioni di Diatomee, non avrebbe ammesso nella sua raccolta altro che quelle le quali presentassero una sola specie. Io bene intendo come il Ch. Professore Arnott nell'assumere la parte di far argine alla irrompente smodata mania di creare ognora nuovi generi e specie, abbia potuto spingersi all'eccesso contrario, non ammettendo preparazioni a specie e forme mescolate, e rigettando perciò qualunque materiale di depositi fossili, di fanghi lacustri fluviatili o marini, e quanto può ritrovarsi di Diatomee nello stomaco di un pesce o di un mollusco. In questo l'Arnott seguiva la pratica dell'agricoltore che volendo indirizzare una giovane pianta, per qualche tempo l'obbliga a divergere dalla perpendicolare in senso al tutto opposto. Questo io mi persuado essere stato l'intendimento di un tant'uomo, mentre diversamente con tutto il rispetto ad una tanta autorità io non crederei potermi sottoscrivere a tale opinione, e mi permetterei il dissentire dalla sua sentenza.

Ed in vero se tale ostracismo si fosse fatto valere sin dai primi momenti, nei quali il Microscopio rivelò tante forme diverse all'occhio attonito dei Naturalisti, che ci precedettero nello studio delle Diatomee, non tenendo conto che delle raccolte le quali non presentassero associate forme varie in specie e generi, non v'ha chi non veda come al giorno d'oggi non ci sarebbe dato conoscere la centesima parte di quelle che ora ci sono note, e che perciò distinguiamo con nome proprio. L'incontrare Diatomee, che unicamente appartengono ad un solo genere e ad una sola specie, è caso estremamente raro. Sò bene quanto tali raccolte eccezionalmente pure siano utili ad estendere le nostre cognizioni intorno alla morfologia di questi minimi organismi. In tale occasione noi possiamo con la maggiore certezza riconoscere se le Diatomee di una data specie presentino diversità di grandezze o varietà di profilo per diverso grado di sviluppo o pure per formazione mostruosa, e se il numero delle strie e delle serie di punti vada variando in rapporto alle dimensioni e sino a qual punto possono variare, o se invece quello sia costante di guisa che in un millimetro si avrebbe sempre lo stesso numero di strie o file di punti. Una raccolta la quale non presenti che un solo genere ed una sola specie dovrà necessariamente presentare miriadi di individui, i quali saranno di diverse età e apparterranno a molte generazioni, così che l'occhio critico dell'Osservatore ne saprà dedurre preziosi insegnamenti anche

in riguardo alla riproduzione; così che, se nella sua generalità sarà vera la teoria della riproduzione per fissiparità e per auxospora, si dovranno fuori di alcun dubbio in tale raccolta rinvenire frustuli di tutte le dimensioni dalla massima alla minima (purchè sia in rapporto alla idiosincrasia della specie) in unione ai così detti frustuli sporangiali. Ma questa condizione di Diatomee che non trovinsi associate a forme diverse per generi e specie, quanto è più cosa desiderabile per le conseguenze che se ne possono dedurre tanto è meno attendibile, mentre sappiamo che taluni generi e specie non si incontrano mai che in scarso numero di individui dispersi fra infinita congerie di esemplari di altre specie. A tale inconveniente si è in qualche modo ovviato mercè la paziente abilità di taluni preparatori, i quali sanno rintracciare alcune rare forme facendone delle preparazioni di esemplari scelti ad uno ad uno ed isolati, arrivando ancora a disporli con meravigliosa destrezza in un gruppo simetrico. Secondo il mio modo di vedere chi nello studio di queste mirabili creature si contenti rimettersi interamente a questo genere di preparazioni per quanto belle vogliano essere, poco potrà progredire nella conoscenza di quelle, mentre con ciò si costringerà a vedere non con gli occhi proprii, ma dovrà quasi necessariamente seguire le idee del preparatore, che talvolta avrà separato delle forme presentanti profilo diverso, riguardando come specie distinte quelle, le quali pure potranno appartenere ad un istessa specie, o viceversa avrà riunito forme simili, le quali per quanto possano essere affini l'una all'altra pure realmente dovranno riconoscersi per specie distinte. Oltre di che dalla associazione di generi e specie diverse, quali generalmente si incontrano in natura, il Naturalista Micrografo potrà dedurre indicazioni le più interessanti intorno l'*habitat* delle Diatomee, e su la loro distribuzione geografica altimetrica e batrimetrica.

§. 6.

Ma il tenere conto soltanto di raccolte pure di Diatomee o di preparazioni presentanti Diatomee scelte a mano ad una ad una è fuori di alcun dubbio da raccomandarsi a chi sia novizio nello studio e nella conoscenza delle Diatomee, come che dall'attento esame di quelle potrà rendersi abile a riconoscere i caratteri distintivi di una specie, e quindi potrà istituire dei confronti fra specie affini, determinandone con occhio critico una giusta diagnosi. Quegli che vuole rendersi conto della morfologia delle Diatomee, costretto a cercarne i tipi ovunque possano presentarsi ed in qualunque stato, ricorre a diversi espedienti ad ottenere di potere avere continuamente alla

mano le diverse specie o pure alcun esemplare più raro, che gli fu per avventura dato di incontrare, e che talvolta esiste unico in una preparazione racchiudente infinite altre forme che sono però di poco o di nessuno interesse. Talvolta ancora un piccolo frantume della valva di una Diatomea può renderci conto dei dettagli di struttura assai meglio di un esemplare completo, e perciò il Micrografo ne fa ragionevolmente il più grande conto, e quindi desidera poterlo rivedere senza però che gli sia dato il poterlo rintracciare per la sua picciolezza e per essere unico nella preparazione. Allo scopo pertanto di potere quando che sia e con la maggiore celerità ritrovare una forma qualunque o un frantume di Diatomea che una volta attrasse particolarmente la mia attenzione, mi valgo di una ingegnosissima disposizione del mio Microscopio, la di cui montatura fu costruita in Ginevra sotto l'abilissima direzione del Ch. Professore Thury. Il piano mobile del Microscopio è disposto in maniera che la preparazione venga sempre assettata nell'istesso modo e posizione. Nei due movimenti di detto piano cioè il movimento verticale e l'orizzontale, quello percorre una gradazione posta a rincontro e il grado è determinato da una lineetta che serve di indice. Quando il movimento meccanico del piano porta-oggetti mi ha condotto nel mezzo del campo del Microscopio una forma interessante qualunque non mi rimane che da registrare i due numeri, dei quali il grado del movimento orizzontale scrivo come numeratore di una frazione, nella quale il denominatore è il grado del movimento verticale, e cosi rimane esattamente determinata la posizione dell'oggetto, il quale per tal modo quantunque minimo possa essere, io lo potrò a volontà riscontrare quando che sia in brevi istanti.

§. 7.

Che se non è dato a chiunque il fare suo prò di così ingegnosa disposizione, esistono altri espedienti ad ottenere presso a poco l'istesso intento, senza richiedere particolare disposizione nella montatura dell'Istrumento. Uno di questi che ho sperimentato dare risultati abbastanza soddisfacenti, è quello che fra i Micrografi Inglesi è conosciuto con il nome di *trovatore di Maltwood*, *Maltwood's finder*. Consiste questo in un vetro porta-oggetti, che differisce dalla misura normale di quelli delle preparazioni per una larghezza alquanto maggiore. Nel mezzo di questo vetro v'è una fotografia ricoperta da vetrino sottile, la quale misura un pollice Inglese (*inch*) quadrato. Questa piccola immagine fotografica rappresenta un quadrigliato diviso in cento parti in lunghezza e altrettanti in larghezza : ogni quadrettino o casella è bipar-

tita diagonalmente, ed i due spazii risultanti hanno inscritto i numeri progressivi dall'uno al cento, così che le diecimila caselle nelle quali è diviso il quadro trovansi designate per tal modo, che non abbiano mai da essere indicate da due cifre eguali nell'istessa posizione. Se pertanto si è riconosciuta una forma interessante quantunque minima in una preparazione, non si avrà che da trasportare quella nel centro del campo visivo o pure si farà in modo che la posizione sia segnata da un indice annesso all'oculare, e spostando la preparazione vi si sostituirà il *trovatore di Maltwood*, avendo la più grande cura perchè questo occupi esattamente il posto della preparazione (il quale viene determinato con piccola squadra mobile e da fissarsi a volontà sul piano porta-oggetti) e quindi lette e trascritte le due cifre della corrispondente cella o scompartimento come fosse una frazione, si è certi di potere in breve tempo rinvenire la forma osservata.

§. 8.

Quando dunque con uno di questi metodi o con un altro equipollente io a mio agio e con la minima jattura di tempo posso rimettere nel mezzo del campo del Microscopio le Diatomee diverse di generi e specie e varietà, che si rinvennero nello stomaco di un mollusco o in un deposito o in una raccolta ordinaria qualunque, non vedo come una tale preparazione quantunque di mille forme diverse possa a buon diritto riguardarsi da alcuno come inutile o anche dannosa. Sento purtroppo anche io come la moltiplicità dei nomi a designare i generi e le specie, nelle quali si distingue la tribù delle Diatomee ne renda arduo e tedioso lo studio, tanto più che frequentemente accade che la designazione di un nuovo genere o di una nuova specie non è abbastanza giustificata. Però un tale riflesso, se ci deve rendere guardinghi nella determinazione di un tipo che ci si presenta per la prima volta, non ci deve trascinare al vizio opposto facendo man bassa su la nomenclatura ricevuta, come avviene di taluni che sembra aspirino soltanto alla gloria di demolitori e di nuovi Erostrati. Io non mi saprò mai persuadere che sia un vantaggio per la Scienza il diminuire i generi quando questi sono tali da essere eccessivamente ricchi di specie, accumulandone diversi sotto un'istesso nome generico, mentre pure v'è un qualche carattere comune a molte forme affini fra di loro ma distinte, il quale le aveva fatte ascrivere ad una particolare categoria, o classe. E, per citare un'esempio, mi permetterò osservare che io non sò vedere l'opportunità di riunire al genere *Navicula* le *Pinnularie*. Riconosco certamente, che le *Pinnularie* essenzialmente non

sono altro che *Navicule*: ma con l'istessa ragione per la quale si vuole riunite le *Pinnularie* alle *Navicule* dovrebbersi aggiungere le *Stauroneis*, le *Scoliopleura*, i *Pleurosigma* i *Pleurostaurum*, le *Donkinia*, le *Toxonidea* le *Diadesmis* le *Mastogloja*, e altri, i quali generi a ben considerare non sono che *Navicule*: però sostengo, che nell'interesse della Scienza e nel riflesso che la nomenclatura non è a propriamente parlare altro che un artificio mnemonico ordinato ad agevolare la memoria a ricordare e quindi a distinguere le forme diverse, sarebbe più opportuno il discriminare la farragine delle specie affini con un nome generico nuovo, che le separi in gruppo o sezione distinta (quando però riconoscasi in tutte una disposizione qualunque, la quale non esista nelle altre,) piuttosto che abolire dei generi già stabiliti e questo per la semplice ragione adotta della somiglianza essenziale che esiste fra loro. Così fra le *Pinnularie* e le *Navicule* vi è la distinzione bene marcata nelle scolture, che adornano le valve delle une e delle altre, per cui molto convenientemente Ehrenberg distinse con il nome generico di *Pinnularia* quelle Naviculacee che hanno valve distinte da pinnule o coste continue, riguardando per *Navicule* soltanto quelle, che sono ornate da serie di punti o da linee moniliformi più o meno apparenti, mentre credo potere ricisamente negare che tutte le coste delle *Pinnularie* possano risolversi dal Microscopio in una serie di granuli. Sò bene che la *Pinnularia peregrina*. (Ehrbg.) Sm. ha coste le quali risolvonsi a illuminazione molto obbligua in una serie di punti; e perciò appunto va corretta tale nomenclatura, e la specie in discorso deve essere designata *Navicula peregrina*: però credo che l'essersi asserito da taluno che in tutte le *Pinnularie* le coste si risolvono egualmente in una serie di punti sia da attribuire ad un fenomeno di difrazione per illuminazione viziosa, mentre io posso a volontà riprodurre tale apparenza. Così meglio che riunire i generi *Pinnularia* e *Navicula* troverei opportuno separare dalle *Synedra* distinguendo con nome diverso tutte quelle specie che hanno di comune l'essere ornate di granuli o linee moniliformi, separandole dalle altre che hanno le valve ricoperte da strie o coste continue o interrotte soltanto nel mezzo. Riassumendomi dirò che è sempre minor danno in qualsivoglia ramo di Storia naturale un nome generico o specifico, il quale sia soverchio, di quello che esporsi ad eliminarne uno necessario, e specialmente quando questo sia stato già introdotto e sanzionato dall'uso.

§. 9.

Ritorniamo ora a ragionare delle norme da seguirsi da chi voglia raccogliere Diatomee. Sul quale proposito diremo prima di quelle che abitano le acque dolci, mentre sono quelle appunto che si presentano più ovvie a ciascuno. In ogni volta che ho avuto da parlare di Diatomee, e che ne ho descritto la persistenza delle loro pareti silicee e l'estrema minutezza, per la quale spesso una Diatomea disposta in una preparazione isolata rimane assolutamente impercettibile, mi si domanda: come dunque esseri così piccoli si potranno riconoscere e raccogliere? Ma cessi pure una tale preoccupazione, chè dove vegetano le Diatomee ivi esistono in numero così prodigioso e in tanto strabocchevole copia da rendere un' aspetto speciale e da colpire gli occhi di ciascuno, il quale siasi alquanto famigliarizzato a riconoscerne i caratteri esterni prodotti da simile vegetazione. Ed in fatti chi è che non abbia notato all' intorno delle fontane quella investitura che và formandosi su le vicinanze del punto dove le acque scorrono o zampillano e su le pareti del bacino nel quale si accolgono le acque istesse, e che assume una tinta di oliva fradicia o più o meno ocracea? quel colore devesi appunto a numero strabocchevole di Diatomee che sonosi accumulate e che vengono tenute insieme da produzione di mucco, che suole sempre accompagnare la vegetazione delle Diatomee. Così il tatto lubrico e muccoso di quello strato sarà ulteriore indizio della presenza delle Diatomee, e qualche faldella che facilmente si potrà distaccare dalle pietre fornirà a dovizia *Gomphonema*, *Sphenella*, *Nitzschia* mescolate a *Navicula*, *Amphora*, *Cymbella*, *Cocconema* e molti altri generi. Lo stesso dicasi delle tante limpidissime sorgenti, che incontransi così di frequente nei gioghi alpini, e che ad ogni tanto si presentano a dissetare il trafelato viaggiatore. Queste specialmente allora che stillano sul granito o su simile roccia compatta che rivestono della tinta su descritta (la quale è propria dell'endocroma delle Diatomee,) offrono doviziosa raccolta di forme diverse alla curiosità del Naturalista. Ricorderò difatti sempre con piacere il salire che feci a piedi su 'l San Gottardo dove ad ogni tratto mi si presentavano raccolte le più copiose di Diatomee, delle quali feci ampia provvista. Fra le montagne non è raro ancora l'incontrare ricchissime polle di acqua che sgorgano al piede di una rupe. Queste nel luogo ove sorgono talvolta presentano notevoli ciuffi di sottilissimi lunghi fili di colore fulvo o castagno elegantemente fluttuanti, che li farebbe facilmente raffigurare a chioma che un poeta attribuirebbe alla Ninfa del fonte;

questi sogliono essere raccolte tanto più preziose per un Diatomologo perchè pure e sogliono constare unicamente di *Odontidium*.

La vegetazione però delle Diatomee presentasi sopra tutto copiosissima nelle acque lentamente fluenti, nei terreni paludosi, e nei fossi di scolo che in questi sogliono praticarsi. Se la superficie di quelle acque non sia invasa da Lemne, da Ninfee o da altri vegetali superiori, nei momenti nei quali risplende il sole ed in talune stagioni dell'anno si noteranno su di quelle delle larghe faldelle o veli a colore graduato dal verde sporco all' ocraceo e talvolta ancora quelle si riuniranno ed estenderanno sicchè l'intera superficie liquida veggasi coperta da denso strato continuo di quel colore, composto nella quasi totalità da frustuli di *Melosira*, *Synedra*, *Himantidium*, *Diatoma*, *Fragilaria*, *Tabellaria*, *Cymbella* e mille altri generi. Il distinto botanico D.r Malinverni di Vercelli mi indicava come spesso avesse veduto nelle risaje formarsi un denso strato membranoso il quale talvolta impediva ancora la sortita della pianticella della *Oryza sativa*; ed Esso riconobbe che simile strato era composto unicamente della Diatomea conosciuta con il nome di *Colletonema neglectum*. Ottime ed abbondanti raccolte si hanno nelle paludi e nei laghi dalle piante superiori, che crescono in quelle acque, ed offrono appoggio alle umili Diatomee. Così spesso non si ha che da stendere la mano a strappare o impadronirsi in altro modo di un ciuffo di *Chara* o di *Potamogeton* o di *Miriophylla* o altra pianta palustre per avere Diatomee a dovizia; e fra queste piante quelle che si mostrano meno verdi e che nell'afferrarle fra le acque limpide lasciano vedere particelle terrose e quasi pulverulente, che se ne distaccano, presenteranno una quasi certezza di contenere Diatomee in grandissima copia. Lo stesso dicasi di talune borracina come il Fontinalis ed anche le Conferve, che nel vegetare alla superficie delle acque non presentino un bel colore verde puro, il quale è loro proprio, ma mostrinsi giallastre e tiranti al colore di rugine. In tutti questi casi un piccolo pacchetto di quei vegetali gentilmente pressato fra le dita nell'avvolgerlo con carta lascierà su di questa alcuna traccia giallastra indizio certo della presenza di innumerevoli Diatomee. Frequentemente ancora arriva che un legno o un palo fiancheggi il corso di un' acqua presentando un buon appoggio alle Diatomee, e talvolta non si ha che da sollevare dal letto poco profondo di un ruscello una foglia morta per avere belle raccolte di questi così interessanti organismi, i quali vi si erano depositati.

Che se si voglia un sicuro criterio a riconoscere la presenza delle Diatomee nelle acque, non si avrà che da osservare alla superficie di quelle, se

a luce radente riguardate diano a vedere quel leggiero increspamento o moto che vedesi in un bicchiere di vino di Sciampagna versato da qualche tempo, che pure mostra una successione di piccole bollicine, le quali vanno a rompere alla superficie. Tale apparenza è prodotta dall'azione vitale delle Diatomee, le quali sotto l'influenza dei raggi solari decompongono l'acido carbonico ed assimilato il carbonio lasciano in libertà l'atomo di ossigeno, che in parte sciogliesi nell'acqua, e il rimanente va a sprigionarsi alla superficie per restituirsi all'atmosfera. Così quando all'orlo di una vasca noi vediamo spumare l'acqua per continua esalazione gazzosa saremo certi dell'abbondanza delle Diatomee, e della loro rigogliosa vegetazione. Così nell'immergere della mano o di un bastone al contatto di una pianta qualunque sommersa se avrà luogo lo sprigionarsi di abbondanti gallozzole, questo ci farà quasi certi della presenza di Diatomee. In tutti questi casi quando il vegetale e la faldella o simile materiale racchiudente quelle piccole creature sarà lievemente pressato fra le dita riunite della mano, queste e la carta, nella quale si svolge il pacchetto rimarranno tinte in giallo verdastro o in colore ocraceo, indizio certo di numerosissime Diatomee, che si contengono in quell'ammasso.

§. 10.

Dove le acque sono poche profonde e dove il ritirarsi delle acque lascia scoperti dei tratti di limo, spesso vedesi sviluppare un colore giallastro e dovuto precisamente alla vegetazione di miriadi di questi minimi esseri. Questo ha luogo specialmente all'imboccatura dei fiumi e di altri corsi di acqua nel mare al momento della bassa marea. In tali circostanze si possono ottenere preziose raccolte e purissime da materiale terroso, valendoci della proprietà, che hanno le Diatomee di ricercare la luce; nè altro modo viene seguito ad avere allo sbocco dei fiumi su l'Oceano le belle preparazioni che abbiamo di *Pleurosigma angulatum*, *Pl. Balticum*, *Surirella Gemma* ed altre forme interessanti. Quando il fango recentemente emerso presenta la colorazione sopracennata non v'è che da raccogliere con sottile strumento radente quale un cucchiajo o una spatola o anche la valva di una conchiglia, il primo strato superficiale di quel fango colorato, riempiendone un vaso di vetro o di latta per riportarlo a casa. Ivi giunti quantunque l'aspetto di quella melma non presenti traccia riconoscibile di Diatomee, quella finissima poltiglia semiliquida venga versata in uno o più piatti ricoprendone il fondo di uno strato continuo eguale, che si esporrà ad una luce moderata e in quiete. All'indomani la superficie di quel limo, che si sarà rassodato, presenterà la

bella colorazione scura caratteristica delle Diatomee, le quali di nuovo furono attratte alla luce. Ad isolarle poi in condizione di quasi assoluta purezza si prenderà un pennellino a lungo pelo, e bagnatolo in un vasetto di acqua pura si striscierà lievemente su quel fango colorato, trasportandone via per tal modo parte delle Diatomee, che nello sciacquare il pennellino rimarranno sospese nell'acqua del vasetto. Tale operazione più volte ripetuta su l'istesso fango del piattello arricchirà sempre più la raccolta, come si potrà riconoscere dall'ingiallire dell'acqua del vasetto. Questo metodo ci fornirà di belle raccolte di Diatomee libere quasi completamente da particelle terrose ed estranee, e tali da formare la delizia del Micrografo, purchè si usi di una certa destrezza, e che si abbia da fare con rigogliosa vegetazione di questi minutissimi organismi. Però l'esperienza mia particolare mi ha suggerito un espediente che mi libera interamente dalla soggezione del timore di avere da esportare con le Diatomee qualunque minima particella terrosa del limo sul quale esse giacciono. Tale artifizio consiste semplicemente nel sovrapporre al fango appena depositato sul piatto una pezzuola di tela bagnata curando che in tutti i punti aderisca questa alla melma. Vuolsi però avvertire che la tela deve essere bagnata di acqua dell'istessa specie di quella nella quale furono pescate le Diatomee, mentre altrimenti queste ne rimarrebbero subito morte e perciò inerti alla luce. Nel modo sopra indicato queste interessanti creature attratte alla luce traverseranno le maglie del tessuto, e così all'indomani con un ordinario pennello da acquarello potrassi con tutta facilità astergere la superficie della tela dalle Diatomee sovraincombenti, che si raccoglieranno nella assoluta purezza.

Queste norme ad ottenere raccolte pure di Diatomee come ognuno vede convengono egualmente a quelle di acqua dolce che alle altre che abitano le acque salmastre, quantunque i generi e le specie il più spesso siano diversi. Però gioverà osservare che le acque salmastre quali si incontrano nei litorali più impressi e nelle maremme sono estremamente feraci in Diatomee, ed ivi perciò riescirà più agevole il porre le mani sopra più copiose collezioni. Soventi volte ancora avviene che dei piccoli pelaghetti ed accolte di acqua dopo una burrasca rimasta isolata e circoscritta sopra una spiaggia arenosa e sottile, mostrano il fondo tappezzato da leggiere faldelle, che se ne distaccano, e che parzialmente galleggiano su le acque. Questo fenomeno accenna a produzione di Diatomee, le quali nel decomporre l'acido carbonico pongono in libertà l'ossigeno, il quale rimane imprigionato nel mucco, che più o meno accompagna la vegetazione delle Diatomee, sollevandole a forma

di faldelle, alle quali però aderiscono particelle terrose e granelli di. sabbia. In simili circostanze incontransi le *Amphiprora*, le *Mastogloja*, le *Bacillaria*, i *Pleurosigma*, ed altri generi e forme curiose e interessanti, che saranno il più spesso appartenenti alla flora del mare. Però a liberarle dall'arena conviene ricorrere all'espediente indicato di sopra per le raccolte fatte alla superficie del fango. Che se si abbia di simile materiale soltanto piccola quantità, potrà collocarsi in una bottiglietta dell'istessa acqua, e agitato fortemente l'insieme per mezzo della decantazione, si separerà la parte più leggiera, che nella maggior parte sarà costituita da Diatomee.

§. 11.

Però il soggetto più interessante di studio per il naturalista e per il Diatomologo è il mare e la sua flora, come quella che noi non conosciamo che nella minima parte. Difatti dal poco o quasi nulla che noi conosciamo del mondo microscopico che vive nell'immensità degli oceani e fino nei più profondi abissi, abbiamo esempj di stupenda eleganza e ricchezza maravigliosa di forme svariate; possiamo quindi arguirne la quasi infinita serie ed incalcolabile di novità che ancora si cela di quel portentoso microcosmo, e che compenserà largamente l'opera di chi con costanza e sagacia saprà indagarlo. Aggiungi il vantaggio che ricerche di tale natura possono recare alla Scienza, e la luce che questa ne può attendere a risolvere i problemi più ardui della fisiologia vegetale, e della geografia fisica del mare. Nè altri meglio del navigatore può trovarsi disposto a interrogare la natura e a ricercare con il mezzo del Microscopio di svelare i segreti degli infinitamente piccoli, che brulicano in seno alle incommensurabili vastità dei mari, che esso và percorrendo. Tolto alle distrazioni, e quasi sospeso fra l'atmosfera e il mare, che lo sostiene, il suo spirito si occupa del movimento dei venti, spazia su l'orizzonte liquido, che lo circonda, a meno che non venga richiamato dalle perturbazioni delle onde a porsi in guardia e a preparare i mezzi di difesa. Ma fortunatamente l'instabile elemento permette pure lunghe ore e giorni di riposo, quindi è desiderabile che questi intervalli di ozio vengano spesi in utile occupazione che riesca a sollievo dello spirito, e ad allargare all'intelligenza la cerchia delle cognizioni. Il navigante pertanto ha sempre alla sua portata una inesauribile miniera di oggetti interessanti da osservare, e non ha che a stendere la mano per avere ampia materia di interessantissimi organismi da sottoporre al Microscopio. Questo prezioso istrumento di osservazione gli porrà sott'occhio e schiererà allo sguardo attonito, ad uno ad uno miriadi di animaletti diversi

che formicolano nel mare, e quei tanti e svariatissimi esseri microscopici, i quali con il loro numero incalcolabile ad onta della maravigliosa picciolezza dei medesimi pure arrivano di frequente a colorare il mare per immenso spazio o pure fra le tenebre della notte ne ricoprono la superficie di bella luce fosforescente. Così il navigante non avrà in tali circostanze altro che da attingere un poco di acqua o da raccogliere un ciuffo di alghe perchè gli si schiuda innanzi un inesauribile campo di osservazioni ad appagare la naturale curiosità, e a procurarsi o un ampio soggetto di studio, o pure argomento indeficiente di piacevole distrazione.

Che se anche l'uomo di mare e il navigante non si senta portato a simili ricerche e non ne provi le attrattive, potrà però con poco o nessun suo disagio prestare utile servigio alla scienza con raccogliere materiali diversi di studio da recare grandissimo giovamento al progresso delle nostre cognizioni su la vita del mare, offerendo vasto campo alle indagini dello studioso e dello scienziato. Abbiamo più volte ricordato la larga diffusione per non dire l'ubiquità delle Diatomee nel mare, le quali in qualunque punto riscontransi ad esercitare la loro benefica influenza ed azione provvidenziale. Però se questi interessantissimi esseri ovunque s'incontrano, non ritrovansi però in ogni luogo in tali condizioni da potere essere presi e utilizzati. La loro maravigliosa picciolezza e tenuità esclude interamente la possibilità di riconoscerli isolati. Ma per buona sorte questi minutissimi organismi molto spesso vedonsi accumulati in numero incalcolabile di modo che diviene oltre modo facile il constatarne la presenza ed il farne ampia provvista. È oltremodo ovvio il vedere ovunque crescono le alghe lungi da corsi di acqua, che trasportino immondezze o materiali terrosi, che queste alghe si scorgano non rivestite della ricca e pura colorazione, che è propria della loro specie, ma invece mostrino una colorazione giallastra ed un aspetto fioccoso da far riconoscere essere ciò dovuto ad una investitura di materie estranee all'alga medesima. Questo avverrà di preferenza nelle acque tranquille di taluni recessi che incontransi fra gli scogli e lungo le coste rocciose. Anche in questi casi ottimo criterio a riconoscere la presenza di copiose Diatomee sarà il vedere in acque limpide e tranquille l'aderire di bollicine di aria ad ogni ramo ad ogni filamento di alga, e quindi lo sprigionarsi di abbondantissime gallozzole, allorchè la pianticella venga urtata da un bastone o dalla mano. Quando presentisi alcuno di questi caratteri e meglio se tutti si incontrino insieme riuniti potremo essere certi, che un ciuffetto di quelle alghe, che ne venga accuratamente raccolto e prosciugato all'aria o al sole, offerirà ricco bottino da far

felice un micrografo. Certamente avverrà molto spesso, se non anche il più delle volte, che le Diatomee aderenti a quell'alga apparterranno a generi e a specie non solamente cognite, ma oltremodo ovvie ad incontrare, quali le *Synedra*, i *Rhabdonema*, le *Striatella*, le *Biddulphia*, le *Melosira*, le *Grammatophora*, le *Cocconeis*, e tante altre; ma queste stesse presenteranno occasione opportuna a fare utili osservazioni, che spesso sono di ben maggiore portata per la scienza di quello che sia la cognizione di alcuna nuova forma. Però l'immensa vastità del campo da esplorare è tale, che non potrà mancare a chi abbia vaghezza di far conoscere alcuna specie o genere di Diatomea non ancora notata di offerirgliene la opportunità. Così un piccolissimo pacchettino di alghe brute e non lavate, al quale sia inscritta la località e la data della raccolta sarà graditissimo dono al Diatomologo. Quindi non pare dovere riescire arduo ad alcuno di buona volontà (nel caso che questi non sia per fare tali raccolte per proprio studio) il riportare un certo numero di tali piccoli pacchettini, lo studio dei quali potrà recare grandissima luce su le arcane maraviglie, quali nella classe degli infinitamente piccoli racchiude nel suo seno l'Oceano.

Però nell' interesse delle ricerche morfologiche (come dicemmo di sopra) vuolsi tenere conto non unicamente delle eccezionali raccolte, che racchiudono soltanto una specie, ma ancora devesi rivolgere l'attenzione al più frequente incontrarsi di Diatomee di generi e specie diverse stipate insieme e confuse, rimettendo all'occhio critico del Diatomologo il distinguerle fra di loro e il determinare i diversi generi e le specie svariate alle quali appartengono i molti tipi che vi si noverano. Simili raccolte mescolate possono ottenersi con ogni facilità e da molteplici sorgenti. I sassi e gli scogli continuamente flagellati dai flutti o semplicemente irrorati dall'assiduo spruzzare dell'onda marina rivestono una colorazione olivastra e la superficie acquista tatto mucillaginoso e lubrico per l' accumularvisi di copiose Diatomee racchiuse in filamenti o in fronde muccose; in tale aspetto possono aversi anche raccolte pure di *Schizonema* o *Homeocladia*; ma più frequentemente si hanno mescolati questi generi ad *Achnantes*, *Mastogloja*, *Rahbdonema*, *Podosphenia*, alle quali si uniranno molti altri generi, e non si avrà che da radere la superficie con spatola o con simile istrumento per averne ampia provvista. Le palafitte dei moli nei porti, le chiatte e i pontoni, li sportelli o saracinesche o simili congegni disposti a trattenere l'acqua nei *docks* o ad escluderla nei bacini di raddobbo, offriranno agio ad avere ricca messe di Diatomee, come pure nello stillare che fa l'acqua a traverso ai muri di

tali o simili costruzioni. Nei porti di mare si hanno ottime occasioni di preziose raccolte all'arrivo di navi di lungo corso, mentre la chiglia e i fianchi di quelle trovansi molto spesso rivestiti da alghe, dalle quali occorre a quando a quaudo liberarli, perchè ne ritardano il corso. Ma nei porti di maggiore attività di commercio o che in quelli venga esercitato o soltanto come scali di approvigionamento o pure solamente di passaggio per essere sopra una linea molto frequentata, si presentano più di frequente opportunità di ricche messi in Diatomee di specie esotiche. Spesso non si avrà che da visitare i sassi che in lontani paraggi furono caricati come zavorra per avere ottime raccolte. Le ancore che furono per qualche tempo gettate per ormeggiare i bastimenti conservano aderenti delle incrostazioni di alghe e di altri organismi, così che in queste potranno aversi abbondanti peregrine Diatomee, che si otterranno raschiando la superficie dell'istesse ancore. È già stato riconosciuto e sperimentato da altri che le travi di mogano o di altri legni esotici che il commercio trasporta dall'America per fabbricarne mobili o per uso di tintura essendo stati galleggiati e trasportati in zattere portano alla loro superficie incrostazioni che si ritrovano ricche di Diatomee diverse e rare. In tal modo si è potuto conoscere per la prima volta la *Synedra Normanniana* tipo di tanta singolarità, e la si rinvenne nelle raschiature di travi di mogano procedenti dall' Honduras, e nell'istesso modo può aversi dalle provenienze di Portoricco la bella *Terpsinoe musica*. La posa che si ottiene dall'acque di lavanda di conchiglie, che dalle più remote parti richiama il commercio per gli intarsi per uso degli stipettai o anche per arricchire le collezioni dei Malacologi, daranno svariate e interessantissime Diatomee a chi con convenienti procedimenti sappia isolarle dalle immondizie e dai corpi estranei, ai quali vanno associate. Così pure quella leggiera melma, che si avrà da chi a preparare le alghe per le collezioni botaniche deve prima ammollirle nell'acqua, racchiuderà a dovizia Diatomee, le quali possono ancora con ogni facilità aversi dal risciacquare fresche alghe marine in catinella di acqua dolce, la quale al primo contatto uccide le Diatomee, e così queste con tutta prontezza se ne distaccano. Allora non rimane che lasciare in quiete l'acqua fin che ritorni limpida e la leggiera posa che con accurata decantazione si otterrà potrà deporsi su un filtro, e conservarsi allo stato di secchezza.

§. 12.

Che se questo interessantissimo ordine di esseri riscontrasi con la maggiore abbondanza su le alghe e su le incrostazioni degli scogli e dei legni immersi

nelle acque del mare, però alcuni generi e specie sono libere e vaganti a traverso il mare ed alcuni forse preferiscono l'abitare a mare profondo. Questi generi e queste specie appunto perchè più difficili ad ottenersi presentano il maggiore incentivo alla nostra curiosità, e quando tali forme, che sono meno alla nostra portata, potessero pure essere conosciute, sono persuaso che finiremmo per riconoscere che non esiste genere e specie alcuna di Diatomea fossile, la quale non abbia in attualità di vegetazione i suoi rappresentanti. Godo che tale mia opinione sia pure quella del Ch. Micrografo e Diatomologo inglese Sig. Kitton, il quale ne dà per prova che alcune bellissime forme furono trovate viventi in diversi seni o baje su le coste dell'America meridionale, le quali non si conoscevano che in alcuni Guano. Io ancora ne ho avuto replicate prove, e ne addussi più volte degli esempi, come per esempio l'*Euodia*, che replicate volte ho incontrato vivente, quale pure non conoscevasi se non in stato fossile. Nè è guari difficile l'ottenere raccolte le quali racchiudono così belli e rari esemplari, i quali vengono a compensare le lunghe ricerche e le pazienti indagini del Micrografo naturalista. Noi sappiamo come le Diatomee servono di pasto ai molluschi, e chiunque si è procurato il piacere di mantenere dei piccoli acquarj sà per prova che a mantenere nette le pareti di vetro di detti acquarj, la trasparenza delle quali in breve lasso di tempo verrebbe impedita dall' aderirvi di vegetazioni di Diatomee e di alghe inferiori, conviene aggiungervi alcun numero di piccoli Gasteropodi, i quali veggonsi ognora intenti ad astergerne la superficie con fare di quelli organismi il loro cibo. Lo stesso accade degli Echini, i quali trascinansi incessantemente su le alghe e alla superficie immersa degli scogli per pascersi di Diatomee e di altri organismi inferiori. È perciò che dove si possano avere degli Echini o altri animali affini sarà facile il farsi un' idea della flora locale delle Diatomee. A ciò fare basterà diseccare l'esemplare al sole o pure al fuoco, e rottone l'integumento esterno si riconoscerà raccolta in cinque diversi sacchi distribuiti all'interno una quantità abbastanza ragguardevole di piccole masse globulari, che sono formate dei resti di quanto ha servito di pasto all'animale. Di queste masse l'azione degli acidi azotico e cloroidrico aiutati dal calore di una lampada e da graduate aggiunte di bicromato o di clorato di potassa terminerà per lasciare soltanto piccole particelle silicee, le quali consisteranno quasi unicamente in valve di Diatomee e Spicule di Spongiarie. Le Ascidie ancora sogliono avere nel loro tubo alimentare o stomaco ampie provviste di spoglie silicee delle Diatomee avanzo del loro pasto. Ma qui non intendo noverare gli es-

seri diversi, che sogliono cibarsi di quelle mirabili alghette silicee, mentre credo che tutti appetiscano l'istesso cibo, e che perciò quelle in tutti i molluschi acquatici si possano rinvenire: basterà che per dire soltanto quanto mi consta per esperienza fattane io ricordi di avere profittato di quanto ritrovai nello stomaco di alcune *Telline* di qualche *Venus* e di alcun *Petunculus*. Ma sopra tutti rammento con piacere come nel tubo gastrico di un *Ostrea* pescata a Fano nell'Adriatico nel 1863 riconobbi fra molte altre bellissime forme e in unione ad eleganti *Mesocena* e *Dictyocha* parecchi *Asteromphalos*, fra i quali determinai l'*A. Broockei*, e l'*Asterolampra Marylandica*.

§. 13.

Fra i Raggiati gli Echini come sopra dicemmo sono i più attivi raccoglitori di Diatomee; però privi del nuoto e dotati puramente del moto di reptazione e limitati perciò a frequentare le sponde e gli scogli è difficile che vengano alla loro portata per servire di cibo quelle Diatomee libere e che più specialmente sogliono qualificarsi per pelagiche, come quelle che abitualmente vagano a traverso il mare. Queste specie però non sfuggono alle attive ricerche di altri molluschi, che abitualmente emigrano da un punto all'altro nella immensa vastità del mare evitando abitualmente le sponde. Questi molluschi sono specialmente le Salpe, le quali di preferenza frequentano i mari caldi, ma talvolta incontransi ancora in grande numero nel Mediterraneo e nell'Adriatico. In questo mare nel 1864 (se non erro) al declinare dell'autunno le Salpe furono vedute in numero così sterminato da impedire ai pescatori la manovra delle reti, ed io ricordo aver veduto che ad ogni ondata miravansi su la riva travolte delle Salpe uccise a quanto mi dicevano i marinai dai Delfini, che ne divoravano le intestina. In quella occasione da Salpe riportatemi dai pescatori potei avere preparazioni ricche in *Bacteriastrum*, *Chetoceros*, *Rhizosolenia* e altre belle forme che allora vedevo per la prima volta. Nè devesi mai tralasciare quando possano aversi delle Salpe il farne provvista e diseccarle o meglio conservarle in un vaso o con spirito o con bicromato di potassa, mentre nella pochissima materia che loro si troverà nello stomaco non si mancherà di ritrovare oggetti e tipi rari da rendere contento un micrografo. Ed io ne posso fare ampia testimonianza non solamente per quanto ho ricordato di averne avuto nel 1864, ma più per la prova che ne vado facendo attualmente con Salpe gentilmente fornitemi dal ch. Prof. Todaro, e che appartengono alle due specie designate con i nomi di *Salpa pinnata* e *Salpa maxima* pescate a Messina e a Nizza. Queste Salpe mi hanno fatto

conoscere come viventi nel Mediterraneo alcune Diatomee, che si credevano esotiche, altre che mi sono interamente nuove, ed alcune che finora non conoscevansi che in condizione fossile come la sopra tutte elegantissima *Asterolampra Rotula*. Ecco dunque come nella impossibilità di vedere e di cogliere degli organismi, che l'estrema picciolezza e trasparenza, di cui sono dotati, toglie alla nostra portata, e che per di più vagano nella immensità del mare, pure la conoscenza del fatto che questi minimi esseri servono di pasto ad alcuni animali ne ha suggerito un mezzo indiretto per venirne in possesso.

§. 14.

Ma v'è anche un mezzo diretto per ottenere con agevolezza di impadronirsi di queste interessantissime piccole creature, le quali formicolano nel mare. Questo mezzo consiste nell'impiego di una piccola rete o sacchetto adattato ad un cerchio di pochi centimetri di diametro, e che si impugna per mezzo di un manico. Il sacchetto può essere fatto di tela fina di cotone, ma meglio assai sarà se il detto sacco o rete sia di quel velo di seta, che suole adoperarsi per farne i setacci più fini. Simile arnese viene adoperato a preferenza in giornate limpide a mare tranquillo e specialmente in un seno di mare o in un canale o stretto fra isole e scogli. In simile circostanze di luogo e di tempo devesi per lunga ora vagliare di continuo l'acqua attingendola e scolandola con l'istesso sacchetto o rete. Continuata l'operazione per lungo tempo la rete viene rovesciata e risciacquata in un catino di acqua limpida, la quale ne sarà alquanto intorbidata. Quest'acqua dopo qualche ora abbandonerà un sedimento il quale con accurata decantazione verrà ristretto in un vasetto, aggiungendovi alquanto alcool per conservarlo, impedendone la putrefazione. Quel sedimento si troverà composto interamente di organismi microscopici, fra i quali primeggieranno quelli appartenenti all'ordine delle Diatomee, e fra queste si avranno in grandissimo numero e presentanti il massimo interesse le specie pelagiche. Di simile mezzo io ho fatto uso nel Settembre dello scorso anno, quando attirato dalla conoscenza della opportunità delle coste della Dalmazia per le ricerche su le Diatomee marine, mi portai per la seconda volta a Spalato e nelle sue interessantissime vicinanze, attirato ancora dalla prova che già avevo fatto della somma gentilezza, con la quale il Dalmata suole usare verso il forestiero. A seguire le mie ricerche mi recai su l'amenissimo canale di Traù formato dalla terra ferma e la petrosa isola Bua, su la quale posi l'occhio sul piccolo Convento di Santa

Croce, dove passai presso che due settimane graziosissimamente ospitato dai Religiosi dell'Ordine di S. Domenico. Ivi ogni giornò dopo avere passato il mattino a pescar Diatomee sul lido fra le alghe e negli scogli, nel pomeriggio me ne andavo a diporto con una barchetta a remi, e da quella facevo tirare a rimorchio la mia reticella. Dopo una o due ore di spasso ritratto il suddetto sacchetto o reticella di seta io riconoscevo avere alquanto cambiato di colore, ed il tatto ne era notevolmente muccoso e lubrico. L'acqua di lavanda di detta rete facevasi notevolmente fosca, e non è a dire il piacere che io provavo alla sera, allorchè ritiratomi nella mia cameretta sottoponevo al Microscopio alquanto del sedimento e ad una ad una ne consideravo le forme svariate e talvolta nuove, che dall'ingrandimento mi venivano rivelate. In tale occasione però deploravo la ristrettezza delle mie cognizioni, che mi toglieva di poter profittare di messe tanto ricca di minutissime forme organiche oltre alle Diatomee, le quali forme appartenevano agli interessanti ordini delle Policistine delle Radiolarie e di mille altri ordini di esseri, che soltanto il Microscopio può rendere visibili. I ricchissimi materiali e le raccolte interessanti, che ottenni per tal mezzo sono tali e tante, che esiggeranno non breve tempo per studiarle e farne quindi conoscere il dettaglio, ed a tale bisogna per l'appunto ora vado adoperandomi. Oltre al genere di pesca sopradescritta chi in viaggi marittimi o pure andando a diporto potesse avere la sorte di incontrarsi nel fenomeno del coloramento del mare, filtrando per tela molta di quell'acqua sarebbe certo di essere largamente compensato della pena datasi. Così nell'incontrare galleggianti alcune faldelle o membrane di colore fosco (ciò che avviene non infrequentemente) impadronendosene si avrà superbe raccolte per lo più pure di Diatomee marine, come ho avuto occasione di convincermene con l'esperienza. Nei mari polari i ghiacci, che spesso mostransi colorati, devono la loro tinta a Diatomee ed altri organismi microscopici, i quali potrebbero ottenersi dal filtramento di quel ghiaccio fuso.

Sarebbe ancora da dire delle stagioni più opportune a fare raccolte di Diatomee: però il troppo poco che fin'ora si conosce su tal punto, e la possibilità di ottenere Diatomee in quasi tutte le stagioni fà che mi debba contentare dicendo di profittare di qualunque momento e di qualunque occasione nella quale presentinsi gli indizii designati delle Diatomee.

§. 14.

Da quanto ho sin qui ragionato ognuno potrà convincersi come sia facile cosa e alla portata di ognuno il cogliere ricca messe di Diatomee o siano queste di acqua dolce o marina oppure salmastra. Così chiunque abbia un Microscopio di una certa portata, cioè che possa dare l'amplificazione di due o trecento diametri è certo di potere avere continuamente alla mano quelle mirabili piccole creature, che sono le Diatomee, le quali tanto si raccomandano alla attenzione di ogni studioso e di chiunque sia portato a considerare la elegante varietà e ricchezza di questi minimi esseri tanto interessanti l'economia della natura e quindi ad adorare la somma sapienza del Creatore. Che se alcuno non sentasi portato a simile genere di pazienti ricerche, però gli sarà reso facile da quanto si è discorso il guidarsi nel raccogliere materiali presentanti i caratteri suindicati, perchè con alcuni piccolissimi pacchettini (ai quali sia soprasegnata la località della raccolta e la data) e con qualche vasetto possa rendere servizio alla Scienza, consegnandoli ad alcun Micrografo naturalista e specialmente Diatomologo, il quale ne sarà lietissimo e riconoscente, e sarà portato a ricordare il gentile raccoglitore nell'istesso tempo, che si troverà assorto nella contemplazione delle nuove maraviglie che per avventura in quelle raccolte gli verranno svelate.

INDICE DEI PARAGRAFI

RETTIFICAZIONE E QUADRATURA DELLE LINEE DI SECOND'ORDINE

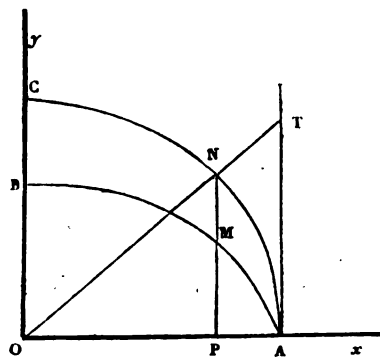
NOTA

DEL PROF. MATTIA AZZARELLI

1. L'Eulero nella sua memoria = *Specimen de constructione aequationum differentialium sine indeterminatarum separatione* = pubblicata nei Commentarii dell'Imperiale Petropolitana Accademia delle Scienze, tomo VI, 1732-1733 pagina 168, presenta la rettificazione della ellisse in funzione della tangente di questa curva guidata all'estremità dell' asse maggiore. Se però si fa uso della tangente spettante alla circonferenza circoscritta, e corrispondente all'ampiezza dovuta al punto che si considera sulla ellisse, la serie che per tale rettificazione devesi integrare risulta più semplice, mentre nel primo caso un termine qualunque è della forma

$$M\int\frac{t^{2n}\,dt}{(b^2+t^2)^m}\text{, e nell'altro è dato da }M'\int\frac{dt}{(a^2+t^2)^n}.$$

Egli è perciò che in questa breve nota mi propongo determinare questa serie differenziale, e di applicare l'istesso metodo ancora all'altre linee del second'ordine, estendendolo pure alla loro quadratura.

2. Pongasi $AM = s$, e col semiasse maggiore $OA = a$ descritta la circonferenza, pel punto M della ellisse si guidi l'ordinata MP prolungata fino alla circonferenza in N, e quindi si tracci il raggio ON, pel punto M diremo x, y le solite coordinate. Guidata per A la perpendicolare ad AO, sarà questa la tangente comune alla circonferenza ed alla ellisse, e su di essa si avrà la tangente AT corrispondente all'ampiezza AON propria del punto M della ellisse, ed è in funzione della lunghezza di essa tangente che mi propongo assegnare l'arco ellittico AM.

A questo fine si riprenda l'equazione

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

da cui

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{b^2 x}{a^2 y}$$

per l'ellisse, e pel suo arco elementare è

$$ds^2 = dx^2 \left(1 + \frac{b^4 x^2}{a^4 y^2}\right). \qquad (1)$$

Ora dai triangoli simili OPN, OAT si ha, posta AT $= t$,

$$\frac{x}{\sqrt{a^2 - x^2}} = \frac{a}{t} \quad \text{onde} \quad tx = a\sqrt{a^2 - x^2}$$

dalla quale

$$\frac{x^2}{a^2} = \frac{a^2}{a^2 + t^2}, \text{ ed } \frac{y^2}{b^2} = \frac{t^2}{a^2 + t^2}$$

e quindi

$$\frac{x^2}{y^2} = \frac{a^4}{b^2 t^2}$$

che sostituito nella (1) sarà

$$ds^2 = dx^2 \left(\frac{b^2 + t^2}{t^2}\right)$$

e perchè al crescere dell'ascissa x l'arco diminuisce così è

$$ds = -dx \frac{(b^2 + t^2)^{\frac{1}{2}}}{t}. \qquad (2)$$

Essendo

$$x = \frac{a^2}{(a^2 + t^2)^{\frac{1}{2}}} \text{ si trova } dx = -\frac{a^2 t\, dt}{(a^2 + t^2)^{\frac{3}{2}}}$$

che sostituito nella (2) risulta

$$ds = a^2 \frac{(a^2 + t^2 - e^2)^{\frac{1}{2}}}{(a^2 + t^2)^{\frac{3}{2}}} dt. \qquad (3)$$

Ma

$$(a^2+t^2-e^2)^{\frac{1}{2}}=(a^2+t^2)^{\frac{1}{2}}-\tfrac{1}{2}.\frac{e^2}{1}(a^2+t^2)^{-\frac{1}{2}}-\frac{1.3}{2.4}.\frac{e^4}{3}(a^2+t^2)^{-\frac{3}{2}}-\frac{1.3.5}{2.4.6}.\frac{e^6}{5}(a^2+t^2)^{-\frac{5}{2}}$$

$$-\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}.\frac{e^8}{7}(a^2+t^2)^{-\frac{7}{2}}-\ldots-\frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots2n}.\frac{e^{2n}}{2n-1}(a^2+t^2)^{-\frac{2n-1}{2}}-\ldots$$

e per questa la (3) si muta in

$$ds=a^2\left[\frac{dt}{a^2+t^2}-\tfrac{1}{2}.\frac{e^2}{1}.\frac{dt}{(a^2+t^2)}-\frac{1.3}{2.4}.\frac{e^4}{3}.\frac{dt}{(a^2+t^2)^3}-\frac{1.3.5}{2.2.6}.\frac{e^6}{5}.\frac{dt}{(a^2+t^2)^4}\right.$$

$$\left.-\ldots\ldots-\frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots2n}.\frac{e^{2n}}{2n-1}.\frac{dt}{(a^2+t^2)^{n+1}}-\ldots\right] \qquad (4)$$

Se questa venga integrata fra i limiti $t=0$, $t=\infty$ si ottiene il quadrante ellittico.

Se si pone nella (4) $e=0$ si passa alla circonferenza di raggio a, ed è

$$ds=a.\frac{dt}{a}:\left(1+\frac{t^2}{a^2}\right) \text{ ed } s=a \operatorname{Arc\,tang}\left(=\frac{t}{a}\right)+C.$$

È chiaro che l'integrazione della (4) dipende da quella del termine generale

$$T_n=\frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots.2n}.\frac{e^{2n}}{2n-1}\int\frac{a^2dt}{(a^2+t^2)^{n+1}}$$

nella quale fatto $t=au$, e $dt=a\,du$, si ha

$$T_n=\frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots..2n}.\frac{e^{2n}}{(2n-1)a^{2n-1}}\int\frac{du}{(1+u^2)^{n+1}}.$$

Ora dalle formole di riduzione risulta essere

$$\int\frac{du}{(1+u^2)^{n+1}}=\frac{1}{2n}.\frac{u}{(1+u^2)^n}+\frac{2n+1}{2n}\int\frac{du}{(1+u^2)^n}$$

e preso questo integrale fra i limiti stabiliti pel quadrante ellittico è

$$\int_0^\infty\frac{du}{(1+u^2)^{n+1}}=\frac{2n-1}{2n}\int_0^\infty\frac{du}{(1+u^2)^n}$$

mentre il primo termine è nullo tanto per l'uno quanto per l'altro limite.

Se ora poniamo qui

$$n=1,=2,=3,=\ldots..$$

si trovano i risultati seguenti

$$\int_0^\infty \frac{du}{(1+u^2)^2} = \tfrac{1}{2} \cdot \frac{\pi}{2}$$

$$\int_0^\infty \frac{du}{(1+u^2)^3} = \frac{3.1}{4.2} \cdot \frac{\pi}{2}$$

$$\int_0^\infty \frac{du}{(1+u^2)^4} = \frac{5.3.1}{6.4.2} \cdot \frac{\pi}{2}$$

. . . .

$$\int_0^\infty \frac{du}{(1+u^2)^{n+1}} = \frac{(2n-1)(2n-3)\ldots 3.1}{2n(2n-2)\ldots . 4.2} \cdot \frac{\pi}{2}$$

onde pel termine generale si ha

$$T_n = \frac{\pi}{2}\left(\frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots 2n}\right)^2 \cdot \frac{e^{2n}}{(2n-1)a^{2n-1}}$$

ove posto successivamente

$$n = 1, \; = 2, \; = 3, = \; \ldots\ldots$$

ne risultano i termini della serie a principiare dal secondo, perchè la n rappresenta i termini che precedono, e così per la quarta parte del perimetro ellittico si ha

$$s = \frac{a\pi}{2}\left[1 - \left(\tfrac{1}{2}\right)^2 \cdot \frac{e^2}{a^2} - \left(\frac{1.3}{2.4}\right)^2 \frac{e^4}{3a^4} - \ldots - \left(\frac{1.3\ldots(2n-1)}{2.4\ldots\ldots 2n}\right)^2 \frac{e^{2n}}{(2n-1)a^{2n}} - \ldots\right]$$

la quale tanto più è convergente, quanto più grande è a rispetto e: e fatto $e = 0$, si ottiene

$$s = \frac{a\pi}{2}$$

che è il quadrante della circonferenza di raggio a.

3. Se nella formola

$$ds = a^2 \frac{(b^2+t^2)^{1/2}}{(a^2+t^2)^{3/2}} dt$$

si sviluppa il numeratore per le potenze crescenti di t si ha

$$(b^2+t^2)^{1/2} = b\left[1 + \tfrac{1}{2} \cdot \frac{t^2}{b^2} - \frac{1.3}{2.2} \cdot \frac{t^4}{3b^4} + \ldots \pm \frac{1.3\ldots(2n-1)}{2.4\ldots\ldots 2n} \cdot \frac{t^{2n}}{(2n-1)b^{2n}} \pm \ldots\right]$$

e quindi

$$ds = a^2 b \left[\frac{dt}{(a^2+t^2)^{3/2}} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{b^2} \cdot \frac{t^2\,dt}{(a^2+t^2)^{3/2}} - \ldots \pm \frac{1.3\ldots(2n-1)}{2.4\ldots\ldots 2n} \cdot \frac{1}{(2n-1)b^{2n}} \cdot \frac{t^{2n}\,dt}{(a^2+t^2)^{3/2}} \pm \ldots \right]$$

La integrazione del primo termine ci dà

$$\int \frac{dt}{(a^2+t^2)^{3/2}} = \frac{\sqrt{a^2+t^2}+t}{a^2\sqrt{a^2+t^2}}$$

che preso tra i limiti $t=0$, $t=\infty$ è

$$\int_0^\infty \frac{dt}{(a^2+t^2)^{3/2}} = \frac{1}{a^2}$$

Per integrare poi il termine generale si prenderà la funzione differenziale

$$d\,\theta_n = \frac{t^{2n}\,dt}{(a^2+t^2)^{3/2}}$$

la quale si trasforma in razionale ponendo

$$\sqrt{a^2+t^2} = t+z \quad \text{da cui} \quad t = \frac{a^2-z^2}{2z}\,, \quad dt = -\frac{(a^2+z^2)\,dz}{2z^2}$$

$$\sqrt{a^2+t^2} = \frac{a^2+z^2}{2z}$$

perchè risulta

$$d\,\theta_n = -\frac{1}{2^{2n-2}} \cdot \frac{(a^2-z^2)^{2n}\,dz}{z^{2n-1}(a^2+z^2)^2}$$

ma essendo

$$z = \sqrt{a^2+t^2} - t$$

ai limiti $t=0$, $t=\infty$ corrispondono $z=a$, $z=0$, onde

$$\theta_n = \int_0^\infty \frac{t^{2n}\,dt}{(a^2+t^2)^{3/2}} = \frac{1}{2^{2n-2}} \int_0^a \frac{(a^2-z^2)^{2n}\,dz}{z^{2n-1}(a^2+z^2)^2}.$$

4. L'arco dell'ellisse non è soltanto possibile, come si è veduto, di esprimerlo in funzione della lunghezza della tangente corrispondente ad una ampiezza, ma può aversi ancora in funzione della secante. Di fatti si ponga $OT = h$, dai medesimi triangoli simili OPN, OAT facilmente si trova

$$x = \frac{a^2}{h}$$

e quindi per la equazione della ellisse

$$y = \frac{b}{h}\sqrt{h^2 - a^2}.$$

Ripresa

$$ds = -dx\sqrt{1 + \frac{b^4 x^2}{a^4 y^2}}$$

e fatte le opportune sostituzioni si ha

$$ds = \frac{a^2 dh}{h^2}\left(\frac{h^2 - a^2 + b^2}{h^2 - a^2}\right)^{1/2}.$$

Chiamata e la distanza focale sarà pure

$$ds = \frac{a^2 dh}{h^2}\,\frac{(h^2 - e^2)^{1/2}}{(h^2 - a^2)^{1/2}}.$$

Sviluppando ora il numeratore in serie ordinata per le potenze negative di h si ottiene

$$(h^2 - e)^{1/2} = h + \frac{1}{2}\cdot\frac{e^2}{h} - \frac{1.3}{2.4}\cdot\frac{e^4}{3h^3} + \frac{1.3.5}{2.4.6}\cdot\frac{e^6}{5h^5} - \ldots \pm \frac{1.3\ldots(2n-1)}{2.4\ldots.2n}\cdot\frac{e^{2n}}{(2n-1)h^{2n-1}} \pm \ldots$$

che sostituita nel valore di ds dà ancora

$$ds = a^2\Big[\frac{dh}{h\sqrt{h^2-a^2}} + \frac{e^2}{2}\cdot\frac{dh}{h^3\sqrt{h^2-a^2}} - \frac{1}{2}\cdot\frac{e^4}{4}\cdot\frac{dh}{h^5\sqrt{h^2-a^2}} + \frac{1.3}{2.4}\cdot\frac{e^6}{6}\cdot\frac{dh}{h^7\sqrt{h^2-a^2}} - \ldots$$

$$\ldots\ldots \pm \frac{1.3\ldots(2n-3)}{2.4\ldots(2n-2)}\cdot\frac{e^{2n}}{2n}\cdot\frac{dh}{h^{2n+1}\sqrt{h^2-a^2}} \pm \ldots\ldots\Big]$$

Per avere il quadrante ellittico per mezzo di questa serie la integrazione deve essere eseguita tra i limiti $h = a$, $h = \infty$, e prendendo perciò a considerare il termine generale sarà

$$T_n = \frac{1.3\ldots(2n-3)}{2.4\ldots(2n-2)}\cdot\frac{e^{2n}}{2n}\int_a^\infty \frac{dh}{h^{2n+1}\sqrt{h^2-a^2}}$$

Si renda primieramente razionale questa funzione ponendola sotto la forma seguente

$$\frac{h\,dh}{h^{2n+2}\sqrt{h^2-a^2}}$$

e facendo poi

$$h^2 - a^2 = a^2 u^2, \quad h\,dh = a^2 u\,du$$

onde sarà

$$\frac{h\,\mathrm{d}h}{(h^2)^{n+1}\sqrt{h^2-a^2}}=\frac{1}{a^n}\cdot\frac{\mathrm{d}u}{(u^2+1)^{n+1}}$$

dove è da notarsi che i limiti per la nuova variabile sono $u=0$, $u=\infty$, e quindi

$$T_n=\frac{1.3\ldots(2n-3)}{2.4\ldots(2n-2)}\cdot\frac{e^{2n}}{2n}\cdot\frac{1}{a^n}\int_0^{\infty}\frac{\mathrm{d}u}{(1+u^2)^{n+1}}$$

la cui integrazione si compie come si è fatto al §. 2.

5. Passando alla quadratura, riprendasi la nota formola generale

$$A=-\int y\,\mathrm{d}x+C$$

ove si prende il segno negativo perchè si considera l'area APM la quale diminuisce al crescere della ascissa.

Prendendo ora la tangente t per variabile principale si è trovato

$$y=\frac{bt}{\sqrt{a^2+t^2}},\qquad \mathrm{d}x=-\frac{a^2t\,\mathrm{d}t}{\sqrt{(a^2+t^2)^3}}$$

che sostituiti danno

$$A=a^2b\int\frac{t^2\,\mathrm{d}t}{(a^2+t^2)^2}$$

che può mettersi ancora sotto la forma seguente

$$A=a^2b\int\frac{\mathrm{d}t}{a^2+t^2}-b\int\frac{\mathrm{d}t}{\left(1+\frac{t^2}{a^2}\right)^2},$$

ovvero

$$A=ab\int\frac{\frac{\mathrm{d}t}{a}}{1+\frac{t^2}{a^2}}-ab\int\frac{\frac{\mathrm{d}t}{a}}{\left(1+\frac{t^2}{a^2}\right)^2}.$$

E perchè

$$\int\frac{\frac{\mathrm{d}t}{a}}{\left(1+\frac{t^2}{a^2}\right)^2}=\frac{1}{2}\frac{at}{a^2+t^2}+\frac{1}{2}\,\text{Arc. tang}\left(=\frac{t}{a}\right)$$

così si trova

$$A = \tfrac{1}{2} ab. \text{Arc tang}\left(= \frac{t}{a}\right) - \tfrac{1}{2} \frac{at}{a^2 + t^2} + C$$

ma quando $t=0$, $A=0$, dunque $C=0$, dunque per l'area di un segmento della ellisse si ha

$$A = \tfrac{1}{2} ab. \text{Arc. tang}\left(= \frac{t}{a}\right) - \tfrac{1}{2} \frac{at}{a^2 + t^2}$$

in funzione della tangente.

Pel quadrante, fatto $t = \infty$, è

$$A = \frac{\pi ab}{4}.$$

Si voglia ora l'espressione della medesima area in funzione della secante: per questo fine si riprendano le espressioni

$$x = \frac{a^2}{h}, \quad y = \frac{b}{h}\sqrt{h^2 - a^2}, \quad A = -\int y \, dx.$$

fatte le sostituzioni sarà

$$A = a^2 b \int \frac{dh}{h^3} \sqrt{h^2 - a^2}$$

Perchè questa funzione divenga razionale si ponga prima sotto la forma

$$A = a^2 b \int \frac{h \, dh}{h^4} \sqrt{h^2 - a^2}$$

e quindi si faccia

$$h^2 - a^2 = a^2 u^2, \quad h \, dh = a^2 u \, du$$

e risulterà

$$A = ab \int \frac{u^2 \, du}{(1 + u^2)^2}$$

la quale integrata per parti ci dà

$$A = \frac{ab}{2} \left[\text{Arc. tang}\,(=u) - \frac{u}{1 + u^2}\right] + C$$

ed eliminata u si ha

$$A = \frac{ab}{2} \left[\text{Arc. tang}\left(= \frac{\sqrt{h^2 - a^2}}{a}\right) - \frac{a^2\sqrt{h^2 - a^2}}{h^2}\right] + C$$

e perchè ad $h = a$, corrisponde $A = 0$, ne siegue essere $C = 0$, onde il valore dell'area in funzione della secante è data dà

$$A = \frac{ab}{2}\left[\text{Arc tang}\left(= \frac{\sqrt{h^2-a^2}}{a}\right) - \frac{a^2\sqrt{h^2-a^2}}{h^2}\right].$$

6. Per la iperbole s'intenda che col semi-asse principale $OA = a$ sia stato descritto un quadrante circolare, e dall' estremità di una ascissa qualunque OP siasi guidata la tangente PN, sarà POT l'ampiezza corrispondente al punto M della iperbole: ciò posto, si guidi la tangente al vertice A, e si prenda per variabile principale la lunghezza $AT = t$ in funzione della quale si dimanda l'arco $AM = s$.

Si ponga $AOT = \varphi$ ed x, y sieno le coordinate del punto M, avremo evidentemente

$$x = \frac{a}{\cos\varphi}, \quad t = a \text{ tang } \varphi$$

dalle quali

$$t = x \text{ sen } \varphi, \text{ e perciò } x = \sqrt{a^2+t^2}. \quad (1)$$

Essendo per la iperbole

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$$

ne risulta

$$y = \frac{b}{a} t \quad (2)$$

e quindi dalle (1), (2) si ha

$$\frac{x}{y} = \frac{a}{b} \cdot \frac{\sqrt{a^2+b^2}}{t}. \quad (3)$$

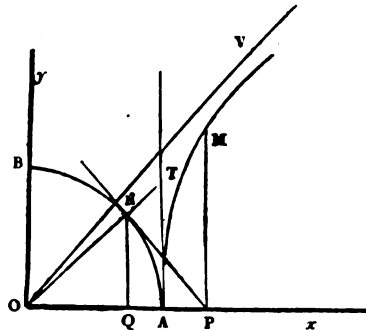
Ora per la iperbole è

$$\frac{dy}{dx} = \frac{b^2 x}{a^2 y} = \frac{b\sqrt{a^2+t^2}}{at}$$

e per l'arco elementare si avrà

$$ds^2 = dx^2\left(\frac{e^2t^2 + a^2b^2}{a^2t^2}\right);$$

crescendo l'arco insieme all'ascissa sarà

$$ds = \frac{dx}{at}\sqrt{e^2t^2 + a^2b^2}. \quad (4)$$

Dalla (1) si ricava

$$\mathrm{d}x = \frac{t\,\mathrm{d}t}{\sqrt{a^2+t^2}}$$

che sostituito nella (4) risulta

$$\mathrm{d}s = \frac{1}{a} \cdot \frac{\sqrt{e^2t^2+a^2b^2}}{\sqrt{a^2+t^2}}\,\mathrm{d}t \qquad (5)$$

che ci servirà per calcolare un arco qualunque della iperbole avvertendo che a $t=0$ corrisponde $s=0$.

La (5) si ponga sotto la forma seguente, ponendo $\frac{a}{e}=c$

$$\mathrm{d}s = \frac{1}{c} \cdot \frac{\sqrt{t^2+b^2c^2}}{\sqrt{a^2+t^2}}\,\mathrm{d}t \qquad (6).$$

Ora abbiamo, ordinando per le potenze negative di t

$$(t^2+b^2c^2)^{\frac{1}{2}} = t + \tfrac{1}{2} \cdot \frac{b^2c^2}{2} \cdot \frac{1}{t} - \tfrac{1}{2} \cdot \frac{b^4c^4}{4} \cdot \frac{1}{t^3} + \frac{1.3}{2.4} \cdot \frac{b^6c^6}{6} \cdot \frac{1}{t^5} - \ldots\ldots$$

$$\ldots\ldots \mp \frac{1.3.5\ldots(2n-3)}{2.4.6\ldots(2n-2)} \cdot \frac{b^{2n}e^{2n}}{2n} \cdot \frac{1}{t^{2n-1}} \mp \ldots.$$

e se si vuole può mettersi ancora sotto la seguente forma

$$(t^2+b^2c^2)^{\frac{1}{2}} = t + \tfrac{1}{2} \cdot \frac{b^2c^2}{t} - \frac{1.3}{2.4} \cdot \frac{b^4c^4}{3t^3} + \frac{1.3.5}{2.4.6} \cdot \frac{b^6c^6}{5t^5} - \ldots \pm \frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots.2n} \cdot \frac{b^{2n}c^{2n}}{(2n-1)t^{2n-1}} \pm \ldots$$

che sostituito nella (6) risulta

$$\mathrm{d}s = \frac{e}{a}\Big[\frac{t\,\mathrm{d}t}{\sqrt{a^2+t^2}} + \tfrac{1}{2} \cdot \frac{b^2c^2}{1} \cdot \frac{\mathrm{d}t}{t\sqrt{a^2+t^2}} - \frac{1.3}{2.4} \cdot \frac{b^4c^4}{3} \cdot \frac{\mathrm{d}t}{t^3\sqrt{a^2+t^2}} + \frac{1.3.5}{2.4.6} \cdot \frac{b^6c^6}{5} \cdot \frac{\mathrm{d}t}{t^5\sqrt{a^2+t^2}} - \ldots$$

$$\ldots \pm \frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots..2n} \cdot \frac{b^{2n}c^{2n}}{2n-1} \cdot \frac{\mathrm{d}t}{t^{2n-1}\sqrt{a^2+t^2}} \mp \ldots..\Big] \qquad (7)$$

La integrazione di questa serie dipende da quella del suo primo termine, ch'è immediata, e dal termine generale

$$\mathrm{T}_n = \frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots..2n} \cdot \frac{b^{2n}c^{2n}}{2n-1} \int \frac{\mathrm{d}t}{t^{2n-1}\sqrt{a^2+t^2}}$$

Onde eseguire questa integrazione si differenzi la funzione

$$\theta = \frac{\sqrt{a^2+t^2}}{t^{2n-2}}$$

e si avrà

$$d\theta = d.\frac{\sqrt{a^2+t^2}}{t^{2n-2}} = -\frac{(2n-3)\,dt}{t^{2n-3}\sqrt{a^2+t^2}} - \frac{(2n-2)\,a^2\,dt}{t^{2n-1}\sqrt{a^2+t^2}}$$

dalla quale

$$\frac{dt}{t^{2n-1}\sqrt{a^2+t^2}} = -\frac{1}{a^2(2n-2)}\,d.\frac{\sqrt{a^2+t^2}}{t^{2n-2}} - \frac{2n-3}{a^2(2n-2)}\cdot\frac{dt}{t^{2n-3}\sqrt{a^2+t^2}}$$

ed integrando si ha

$$\int\frac{dt}{t^{2n-1}\sqrt{a^2+t^2}} = -\frac{1}{a^2(2n-2)}\cdot\frac{\sqrt{a^2+t^2}}{t^{2n-2}} - \frac{2n-3}{a^2(2n-2)}\cdot\int\frac{dt}{t^{2n-3}\sqrt{a^2+t^2}}$$

ove l'esponente $2n-1$ trovasi diminuito di due unità, onde in fine si dovrà integrare la funzione differenziale

$$\frac{dt}{t\sqrt{a^2+t^2}}$$

che si rende razionale ed integrabile coi noti metodi. Questa trasformazione è valevole per la integrazione, ma pel caso attuale nel quale un limite della variabile principale è $t=0$ non può impiegarsi, e per questo motivo si veda se richiamando l'arteficio adoperato al §. 4 lorchè si espresse l'arco in funzione della secante possa togliersi l'inconveniente.

Si ponga cioè il fattore differenziale che compone il termine generale sotto la forma

$$\frac{t\,dt}{t^{2n}\sqrt{a^2+t^2}}$$

e si faccia quindi

$$\sqrt{a^2+t^2} = au, \quad \text{onde} \quad \frac{t\,dt}{\sqrt{a^2+t^2}} = a\,du$$

così che trovasi

$$\int\frac{t\,dt}{t^{2n}\sqrt{a^2+t^2}} = \frac{1}{a^{2n-1}}\int\frac{du}{(u^2-1)^n}$$

pel quale abbiamo

$$\int\frac{t\,dt}{t^{2n}\sqrt{a^2+t^2}} = \frac{1}{a^{2n-1}}\int\frac{du}{(u^2-1)^n} = \frac{1}{a^{2n-1}}\left[-\frac{u}{(2n-1)(u^2-1)^{n-1}} - \frac{2n-3}{2n-1}\int\frac{du}{(u^2-1)^{n-1}}\right]$$

Ma al limite $t=0$ corrispondendo per la nuova variabile $u=1$, ne siegue che neppure, come doveva essere, con questa trasformazione può determinarsi la costante.

Dopo ciò si riprenda la (6) ed in essa si sviluppi il numeratore per le potenze ascendenti di t, cioè facciasi

$$(b^2c^2+t^2)^{\frac{1}{2}}=(b^2c^2)^{1/2}+\frac{1}{2}\,\frac{(b^2c^2)^{-1/2}}{1}.\,t^2-\frac{1.3}{2.4}\,\frac{(b^2c^2)^{-3/2}}{3}\,t^4+\frac{1.3.5}{2.4.6}\,\frac{(b^2c^2)^{-5/2}}{5}.\,t^6-$$

$$\ldots\ldots\pm\frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots.2n}\,.\,\frac{(b^2c^2)^{-\frac{2n-1}{2}}}{2n-1}.\,t^{2n}\pm\ldots.$$

che sostituita nella (6) ci dà

$$ds=\frac{1}{c}\left[\frac{(b^2c^2)^{1/2}\,dt}{\sqrt{a^2+t^2}}+\frac{1}{2}.\frac{(b^2c^2)^{-1/2}}{1}.\frac{t^2\,dt}{\sqrt{a^2+t^2}}-\frac{1.3}{2.4}.\frac{(b^2c^2)^{-3/2}}{3}.\frac{t^4\,dt}{\sqrt{a^2+t^2}}+\ldots\right.$$

$$\left.\ldots.\pm\frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots..2n}\,\frac{(b^2c^2)^{-\frac{2n-1}{2}}}{2n-1}.\frac{t^{2n}\,dt}{\sqrt{a^2+t^2}}\pm\ldots.\right]\qquad(9)$$

dalla quale si apprende che la integrazione sarà eseguita quando si possa integrare il termine generale

$$T_n=\frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.5\ldots..2n}\,\frac{(b^2c^2)^{-\frac{2n-1}{2}}}{2n-1}\int\frac{t^{2n}\,dt}{\sqrt{a^2+t^2}}$$

Ora se si differenzia la funzione

$$t^{2n-1}\sqrt{a^2+t^2}$$

se ne deduce

$$\frac{t^{2n}\,dt}{\sqrt{a^2+t^2}}=\frac{d\,.\,t^{2n-1}\sqrt{a^2+t^2}}{2n}-\frac{a^2(2n-1)}{2n}.\frac{t^{2n-2}\,dt}{\sqrt{a^2+t^2}}$$

e quindi

$$\int\frac{t^{2n}\,dt}{\sqrt{a^2+t^2}}=\frac{t^{2n-1}\sqrt{a^2+t^2}}{2n}-\frac{a^2(2n-1)}{2n}\int\frac{t^{2n-2}\,dt}{\sqrt{a^2+t^2}}\qquad(10)$$

onde la integrazione della quantità proposta è ridotta a dipendere da un altra pariforme ove l'esponente è diminuito di due unità: dunque in fine si dovrà integrare la funzione differenziale

$$\frac{dt}{\sqrt{a^2+t^2}}$$

che ci dà

$$\int \frac{dt}{\sqrt{a^2+t^2}} = \log\left(\frac{\sqrt{a^2+t^2}+t}{a^2}\right).$$

La serie che da il valore dell'arco deve essere integrata fra i limiti 0, t, e perciò avremo le seguenti

$$\int_0^t \frac{t^{2n}\,dt}{\sqrt{a^2+t^2}} = -\frac{a^2(2n-1)}{2n}\int_0^t \frac{t^{2n-2}\,dt}{\sqrt{a^2+t^2}}$$

$$\int_0^t \frac{dt}{\sqrt{a^2+t^2}} = \log\left(\frac{\sqrt{a^2+t^2}+t}{a}\right).$$

Se ora si pone

$$n=1,\ =2,\ =3,\ \ldots$$

si troverà, fatto per comodo

$$M = \log\left(\frac{\sqrt{a^2+t^2}+t}{a}\right)$$

$$\int_0^t \frac{t^2\,dt}{\sqrt{a^2+t^2}} = -\tfrac{1}{2}\,a^2.\,M$$

$$\int_0^t \frac{t^4\,dt}{\sqrt{a^2+t^2}} = \frac{1.3}{2.4}\,a^4.\,M$$

$$\int_0^t \frac{t^6\,dt}{\sqrt{a^2+t^2}} = -\frac{1.3.5}{2.4.6}\,a^6.\,M$$

. . . .

$$\int_0^t \frac{t^{2n}\,dt}{\sqrt{a^2+t^2}} = \pm\frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots\ldots 2n}\,a^{2n}.\,M$$

Ora la (9) dà integrando

$$s = b\left[\int_0^t \frac{dt}{\sqrt{a^2+t^2}} - \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{b^2c^2}\int_0^t \frac{t^2\,dt}{\sqrt{a^2+t^2}} + \frac{1.3}{2.4}\cdot\frac{1}{3b^2c^2}\int_0^t \frac{t^4\,dt}{\sqrt{a^2+t^2}} - \frac{1.3.5}{2.4.6}\cdot\frac{1}{5b^6c^6}\int_0^t \frac{t^6\,dt}{\sqrt{a^2+t^2}}\right.$$
$$\left. + \ldots\ldots \pm \frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.5\ldots\ldots 2n}\cdot\frac{1}{(2n-1)\,b^{2n}\,c^{2n}}\int_0^t \frac{t^{2n}\,dt}{\sqrt{a^2+t^2}} \pm \ldots\right] \qquad (11)$$

nella quale sostituendo e mettendo in chiaro il fattore comune si ottiene

$$s = \mathrm{M}\, b \left[1 + \left(\tfrac{1}{2}\right)^2 \left(\frac{a}{bc}\right)^2 - \tfrac{1}{3}\left(\frac{1.3}{2.4}\right)^2 \left(\frac{a}{bc}\right)^4 + \tfrac{1}{5}\left(\frac{1.3.5}{2.4.6}\right)^2 \left(\frac{a}{bc}\right)^6 - \ldots \right.$$

$$\left. \ldots \mp \frac{1}{2n-1}\left(\frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots\ldots 2n}\right)^2 \left(\frac{a}{bc}\right)^{2n} \mp \ldots\ldots \right] \qquad (12)$$

la quale ha il vantaggio sull'altre serie comuni che danno l'arco iperbolico di essere indipendente dall'assintoto.

Essendo la (12) a segni alternativi, è dunque convergente, quando sia decrescente.

Per valutare questo medesimo arco si può mettere la (5) sotto la forma seguente

$$ds = \frac{b}{a}\left(\frac{a^2+t^2+m^2t^2}{a^2+t^2}\right)^{\frac{1}{2}} dt \qquad (13)$$

essendo $\frac{a^2}{b^2} = m^2$. Ora sviluppando il numeratore per le potenze crescenti di mt, sarà

$$(a^2+t^2+m^2t^2)^{\frac{1}{2}} = (a^2+t^2)^{\frac{1}{2}} + \tfrac{1}{2}\cdot\frac{m^2t^2}{(a^2+t^2)^{1/2}} - \tfrac{1}{3}\cdot\frac{1.3}{2.4}\cdot\frac{m^4t^4}{(a^2+t^2)^{3/2}} + \tfrac{1}{5}\cdot\frac{1.3.5}{2.4.6}\cdot\frac{m^6t^6}{(a^2+t^2)^{5/2}}$$

$$- \ldots \mp \frac{1}{2n-1}\cdot\frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots\ldots 2n}\cdot\frac{m^{2n}t^{2n}}{(a^2+t^2)^{\frac{2n-1}{2}}} \mp \ldots$$

che sostituita nella (13) dà

$$ds = \frac{b}{a}\left[dt + \frac{m^2}{2}\cdot\frac{t^2\,dt}{a^2+t^2} - \frac{m^4}{3}\cdot\frac{1.3}{2.4}\cdot\frac{t^4\,dt}{(a^2+t^2)^2} + \frac{m^6}{5}\cdot\frac{1.3.5}{2.4.6}\,\frac{t^6\,dt}{(a^2+t^2)^3}\right.$$

$$\left. - \ldots \mp \frac{m^{2n}}{2n-1}\cdot\frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots\ldots 2n}\cdot\frac{t^{2n}\,dt}{(a^2+t^2)^n} \mp \ldots\right]$$

ed integrando sarà

$$s = \mathrm{C} + \frac{b}{a}\left[t + \frac{m^2}{2}\int\frac{t^2\,dt}{a^2+t^2} - \frac{m^4}{3}\cdot\frac{1.3}{2.4}\int\frac{t^4\,dt}{(a^2+t^2)^2}\right.$$

$$\left. - \ldots \mp \frac{m^{2n}}{2n-1}\cdot\frac{1.3\ldots(2n+1)}{2.4\ldots\ldots 2n}\int\frac{t^{2n}\,dt}{(a^2+t^2)^n} + \ldots\right]$$

Il termine generale di questa serie può trasformarsi in altro più semplice per la integrazione, poichè fatto

$$t = a \operatorname{tang} u$$

si otterrà

$$\frac{t^{2n}\,\mathrm{d}t}{a^2+t^2}=\frac{a\,\mathrm{d}u\,\mathrm{sen}^{2n}\,u}{\cos^2 u}$$

e sempre la integrazione di questa funzione è sempre possibile in termini finiti.

7. Se nella circonferenza di raggio a si conduce la ordinata NQ ne risulterà l'ascissa $OQ=k$, che corrisponde al punto M della iperbole se ora si prende questa per nuova variabile principale si otterrà facilmente

$$x=\frac{a^2}{k}$$

e quindi

$$y=\frac{b\sqrt{a^2-k^2}}{k}$$

onde

$$\frac{x}{y}=\frac{a^2}{b\sqrt{a^2-k^2}}$$

Ora essendo per la iperbole

$$\mathrm{d}s^2=\mathrm{d}x^2\left(1+\frac{b^4}{a^4}\cdot\frac{x^2}{y^2}\right)$$

e sostituendo si trova

$$\mathrm{d}s=-\frac{a^2\,\mathrm{d}k}{k^2}\,\frac{\sqrt{e^2-k^2}}{\sqrt{a^2-k^2}} \qquad (14)$$

ove si è posto il segno meno perchè al crescere di k l'arco diminuisce.

Sviluppando il numeratore della (14) per le potenze crescenti di k si ha

$$(e-k^2)^{\frac{1}{2}}=e-\tfrac{1}{2}\cdot\frac{1}{e}\cdot k^2-\frac{1.3}{2.4}\cdot\frac{1}{3e^3}\cdot k^4-\frac{1.3.5}{2.4.6}\cdot\frac{1}{5\,e^5}\cdot k^6-\ldots$$

$$\ldots.-\frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots..2n}\cdot\frac{1}{(2n-1)\,e^{2n-1}}\cdot k^{2n}-\ldots$$

il quale sostituito ed integrato si ottiene

$$s=C+a^2\left[e\,\mathrm{Ar}\cos\left(-\frac{k}{a}\right)+\tfrac{1}{2}\cdot\frac{1}{e}\int\frac{k^2\,\mathrm{d}k}{\sqrt{a^2-k^2}}+\frac{1.3}{2.4}\cdot\frac{1}{3\,e^3}\int\frac{k^4\,\mathrm{d}k}{\sqrt{a^2-k^2}}+\ldots\right.$$

$$\left.\ldots..+\frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots.2n}\cdot\frac{1}{(2n-1)\,e^{2n-1}}\int\frac{k^{2n}\,\mathrm{d}k}{\sqrt{a^2-k^2}}+\ldots.\right]$$

Si deve qui notare che a $k=a$, corrisponde $s=0$.

Per eseguire la integrazione del termine generale si potrebbe porre

$$k=a\ \mathrm{sen}\ \theta,\qquad \mathrm{d}k=a\,\mathrm{d}\theta\cos\theta\ .$$

e così si troverebbe

$$T_n = a^{2n} M \int d\theta \operatorname{sen}^{2n} \theta$$

notando che al limite $k = a$, corrisponde $\theta = \frac{\pi}{2}$.

La medesima integrazione peraltro può essere effettuata ancora col porre

$$a^2 - k^2 = a^2 u^2, \qquad -k\, dk = a^2 u\, du$$

perchè si trova allora

$$T_n = -a^{4n-1} M \int (1 - u^2)^{2n-1} du$$

che può sempre assegnarsi in termini finiti, avvertendo che a $k = a$ corrisponde $u = 1$.

8. Si passi ora alla quadratura tanto in funzione della tangente t, quanto della variabile k.

$$A = C + \int y\, dx = C + \frac{b}{a} \int \frac{t^2\, dt}{\sqrt{a^2 + t^2}}$$

la quale pei noti metodi ci dà

$$A = C + \frac{b}{a} \left[\frac{t\sqrt{a^2 + t^2}}{2} - \frac{a^2}{2} \log \left(\frac{\sqrt{a^2 + t^2} + t}{a} \right) \right].$$

Onde avere il valore della costante si noti che a $t = 0$, corrisponde $A = 0$, e così $C = 0$, e l'area dimandata è

$$A = \frac{b}{2a} \left[t\sqrt{a^2 + t^2} - a^2 \log \left(\frac{\sqrt{a^2 + t^2} + t}{a} \right) \right].$$

Quando si considera la variabile k si ha

$$A = C - a^2 b \int \frac{dk}{k^3} \sqrt{a^2 - k^2} = C - a^2 b \int \frac{k\, dk}{k^4} \sqrt{a^2 - k^2}$$

e fatto qui

$$a^2 - k^2 = a^2 u^2, \quad -k\, dk = a^2 u\, du$$

risulta

$$A = C + ab \int \frac{u^2\, du}{(1 - u^2)^2}$$

che integrata per parti dà

$$A = C + ab \left[\frac{u}{2(1 - u^2)} - \frac{1}{2} \int \frac{du}{1 - u^2} \right]$$

ma

$$\int \frac{du}{1 - u^2} = \frac{1}{2} \log \left(\frac{1 + u}{1 - u} \right)$$

ed

$$A = C + ab\left[\frac{u}{2(1-u^2)} - \tfrac{1}{2}\log\left(\frac{1+u}{1-u}\right)\right]$$

e perchè a $k=0$, corrispondono $u=0$, $A=0$, risulta

$$A = \frac{ab}{2}\left[\frac{u}{1-u^2} - \log\left(\frac{1+u}{1-u}\right)\right]$$

e dando tutto in k si trova

$$A = \frac{ab}{2}\left[\frac{a\sqrt{a^2-k^2}}{k^2} - 2\log\left(\frac{a+\sqrt{a^2-k^2}}{k}\right)\right].$$

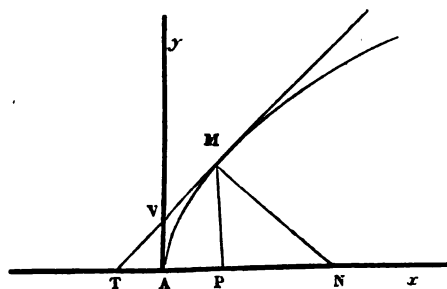
9 Sia la parabola di equazione

$$y^2 = 2px:$$

se a qualunque punto M si conduce la tangente, si ha

$$PM = 2 \,.\, AV$$

e ponendo perciò $AV = t$, è $y = 2t$ e quindi

$$x = \frac{2t^2}{p}, \quad dx = \frac{4t\,dt}{p}$$

e per l'arco elementare

$$ds = \frac{2\,dt}{p}\sqrt{p^2+4t^2}$$

che integrata col porre

$$\sqrt{p^2+4t^2} = 2tz$$

si trova

$$s = \frac{1}{p}.\; t\sqrt{p^2+4t^2} - \frac{p}{2}\log\left(\frac{\sqrt{p^2+4t^2}-2t}{p}\right)$$

che è della medesima forma della espressione data in funzione della ordinata del punto M, come doveva essere.

Se nella parabola si prende per variabile principale la lunghezza n della normale, si hanno le seguenti

$$y^2 = n^2 - p^2\,, \quad x = \frac{n^2-p^2}{2p}$$

dalle quali

$$dy = \frac{n\,dn}{\sqrt{n^2 - p^2}}, \quad dx = \frac{n\,dn}{p}$$

e per mezzo di questi valori si trova

$$ds = \frac{1}{p} \cdot \frac{n^2\,dn}{\sqrt{n^2 - p^2}}$$

ed integrando sarà

$$s = C + \frac{1}{p}\int \frac{n^2\,dn}{\sqrt{n^2 - p^2}}$$

ma

$$\int \frac{n^2\,dp}{\sqrt{n^2 - p^2}} = \tfrac{1}{2} \cdot [n\sqrt{n^2 - p^2} - p^2 \log(n^2 - \sqrt{n^2 - p^2})]$$

dunque

$$s = C + \frac{1}{2p}[n\sqrt{n^2 - p^2} - p^2 \log(n - \sqrt{n^2 - p^2})].$$

Per determinare la costante osserveremo che $s=0$, quando $n=p$, onde si avrà

$$s = \frac{1}{2p}\left[n\sqrt{n^2 - p^2} - p^2 \log\left(\frac{n - \sqrt{n^2 - p^2}}{p}\right)\right]$$

pel valore dell'arco in funzione della normale.

10. Finalmente si consideri la quadratura della parabola in funzione della variabile t, e quindi di n.

Per la prima è

$$A = C + \int y\,dx = C + \frac{8}{3p}\int 3\,t^2\,dt$$

dalla quale

$$A = \tfrac{8}{8} \cdot \frac{t^3}{p}$$

essendo nulla la costante per $t = 0$.

Quando la variabile è la normale si ha

$$A = C + \frac{1}{p}\int \sqrt{n^2 - p^2}.\,n\,dn$$

ed eseguita la integrazione, coll'avvertenza che ad $n=p$ corrisponde $A=0$, si ha

$$A = \frac{1}{3p}\sqrt{(n^2 - p^2)^3}.$$

FLORULA DEL COLOSSEO

COMUNICAZIONE IV.ª

DELLA CONTESSA ELISABETTA FIORINI-MAZZANTI

BORRAGINEE

Echium plantagineum Bert. Fl. St. V. 2.° p. 344.
Caule erbaceo diffuso; foglie radicali disposte a rosetta ovato-ottuse, pagina inferiore pinnato-venosa con irsuzie approssimata più molle; racemi in fiori brevi, fruttiferi allungati; stami del lembo corollino alquanto più lunghi. *Echium-violaceum Seb. Enum.* p. 43.

Sovra i piani superiori in estate.

Echium tuberculatum Lk. in Guss. Fl. Sic. V. 1° p. 231.
Bienne; caule tubercolato ispido; tubercoli piuttosto grandi donde derivan setole rade e patule; caule eretto semplice o ramoso; foglie radicali lanceolato-lineari in peziolo attenuate; cauline sessili acute; peli nella lor pagina più molli approssimati; racemo composto breve e ristretto, ovvero allungato; brattea a base ovata, indi lanceolato-acuta; lacinie calicine della corolla violacea molto più brevi; genitali sporgenti. *Echium vulgare Seb. enum.* p. 43.
B grandiflorum; Caule elato valido lungo racemoso; tubercoli minori; Corolle grandi; violacee tubo angusto; lembo dilatato, inegualmente lobato.

Promiscuamente vivono in copia sul podio, non che sovra i davanzali degli altri piani.

Oss. Il Chiarissimo Bertoloni nella sua Flora Italica non separa dall' Ech. Vulgare l'*Echium taberculatam*, e l'*Ech. pustulatum,* i quali, quantunque affini sono pur diversi e per abito, e per altri caratteri.
Io ho preso a far confronto del nostro *Ech. tuberculatum* con due esemplari dell'Ech. Vulgare tratti dal mio erbario, l'uno di Poitiers, e l'altro de' bassi Pirenei, ed in ambidue ho trovato l'irsuzia minore, i tubercoli più

piccoli, il caule più semplice, i racemi più ristretti, e i fiori più piccoli, che dal violaceo, talora volgono al rossiccio. Il colore della pianta è di un verde sordido.

Il Chiarissimo Decandolle nel suo prodr. syst. Veg. assegna all'*Ech. violaceum* la *var. B grandiflorum* riportandone a sinonimo specifico l'*Echium grandiflorum* Desf. Fl. Atlantica. Con tutto il rispetto mi permetterò di osservare che l'*Ech. violaceum* è sì distinto da non poter ammettere tale varietà ; e questo non solo da un' esemplare favoritomi dal Tequien, ma sibbene da parecchi dell'erbario centrale del R. Museo di storia naturale in Firenze.

Da un accurato esame di confronto con l'*Echium Taberculatum* ho derivata la mia varietà *B grandifloram* che assai dubbiosamente potrebbesi riferire alla specie del Desfontaine Fl. Atlantica.

Echium Angustifolium Lam. in Decand. prodr. syst. Veg. V. 10, p. 20.

Caule erbaceo ispido semplice rigido ed eretto; setole quasi patule con tomento in fra mezzo; foglie sessili angusto–lanceolate, lineari; superiori dilatate alla base, e setole nella lor pagina approssimate; spighette in racemo breve disposte, foglie fiorali superanti; brattee ovato–lanceolate; calici patentemente e rigidamente setolosi; corolle al triplo più lunghe; tubo angusto; genitali sporgenti, fauce dilatata, lobata.

Questa pianta sembra trovata dal chiarissimo Vahl in Ispagna, e da lui comunicata ai chiarissimi Lam e L'Heritier sotto il falso nome di *Ech. Italicum*.

Una sol volta la rinvenni nel mese di Maggio, che graziosa, solitaria, ed elegante faceva di sè mostra sul podio.

Echium Italicum Seb. e Maur. prodr. Fl. Rom. p. 91.

Strigoso–ispidissimo; caule erbaceo rigido; foglie lanceolato–lineari; racemo composto lunghissimo spiciforme piramidato ; raciemoli brevi densiflori; corolla quasi eguale, e stami al doppio lunghi.

Tra l'erbe, e i rottami del piano superiore.

Anchusa hybrida Ten. Fl. Nap. 1, p. 45.

Villoso–ispido; foglie oblungo–lanceolate, sinuato–ondulate, brattee ovato–

cordate, e lanceolate; calici 5 dentati, fruttiferi inflato-penduli. Anchusa angustifolia Seb. En.

Sulle prime gradinate dell'Anfiteatro.

Myosotis arvensis Seb. En. p. 59.
Villoso-strigosa; cauli diffusi; foglie inferiori spatolate, brevemente peziolate, superiori lanceolato-sessili; peduncoli fruttiferi, patento-ricurvi; calici 5 fidi campanutato-irsuti; peli patentissimi.

Sul podio in primavera.

Myosotis collina Guss. syn. Fl. Sic. V. 1° p. 213.
Parvula villosa; caule semplice annuo; foglie oblungo-spatolate; racemi ebratteati; fiori azzurrognoli minutissimi.

Vive come sopra in primavera.

Oss. Io ho descritto la specie secondo viveva nel podio dell'Anfiteatro. La sua statura non eccedeva il pollice; ed il suo caule sempre semplice. Bisogna però tener conto del maggiore sviluppo che ottiene nella diversità delle stazioni; e tener conto ancora di quel che ne avverte il chiarissimo Gussone, che la proporzione dei penducoli, e la direzione del calice nelle sue lacinie non sono punto variabili, onde immeritamente sono stati disprezzati cotali caratteri dal chiarissimo Bertoloni.

(*Continua*)

I TERREMOTI DI ROMAGNA DAL SETTEMBRE 1874 MAGGIO 1875 AL (1)

MEMORIA

DEL CAV. PROF. MICHELE STEFANO DE ROSSI

L'esperienza e la storia ci insegnano esser il terremoto assai frequente in Italia ed urtare di preferenza alcuni luoghi, quantunque in generale esso soglia apparire saltuariamente ora in un punto ed ora in un altro della penisola. Vi sono però alcune regioni intorno alle quali potrebbe essere compilata una dolorosa storia statistica di periodi di tempo durante i quali questo fenomeno viaggiatore si fermò a tormentarle incessantemente. Fra queste regioni straordinariamente preferite da siffatto terribile ospite è la Romagna di Forlì, Cesena e Ravenna. Ivi ora appunto dal Gennaio 1875 trascorre uno degli indicati periodi fatali per quelle misere contrade.

È senza dubbio di somma importanza scientifica e filantropica il raccogliere le più accurate notizie intorno ai tristi fenomeni che si succedono. A ciò è espressamente dedicato il mio Bullettino del Vulcanismo Italiano. Oltre a ciò essendo testè avvenuti parecchi terremoti veramente disastrosi in quella regione, intorno ai medesimi si occupa esclusivamente il dotto nostro collega in sismologia il Ch. Prof. Alessandro Serpieri. Ma poichè gli ordinati specchi del Bullettino debbono ancora molto esser aspettati perchè sogliono esser compilati sulle notizie le più complete, e d'altra parte il Serpieri avendo in animo di analizzare isolatamente il massimo dei terremoti ivi testè avvenuto quello cioè del 18 Marzo, io stimo opportuno ordinare e pubblicare tutte le notizie finora raccolte mirando ad un doppio scopo. Primieramente essendo esse già numerose sembrami utile il considerarle alquanto con un colpo d'occhio complessivo; ed in secondo luogo parmi ugualmente utile il far conoscere quali sono le notizie finora pervenutemi, acciò ora che è fresca la memoria dei fatti tuttora contemporanei possano essermi communicati tutti i particolari che si trovino mancare fra i miei dati, onde potere poi compilare il più esattamente possibile i quadri del Bullettino.

(1) La stampa essendo stata fatta nel principio di Giugno ha potuto contenere la continuazione delle notizie intorno ai fenomeni avvenuti anche dopo la presentazione della memoria alla Accademia.

Sopratutto poi mi studierò esponendo le notizie pervenutemi di mostrare le relazioni di coincidenza e di alternanza dei fenomeni di Romagna verso gli avvenuti in altre regioni dell'Italia medesima onde vieppiù tentare di ricavare luce dalla moltiplicità dei confronti. Non mi estenderò in prolungata analisi nè in estese considerazioni, ma solo cercherò di esser chiaro e fedele nel riferire i fatti con ordine cronologico sicchè i mutui rapporti loro se esistono si svelino da per se.

Dopo la grande eruzione dell' Etna avvenuta ai 29 e 30 Agosto 1874 poche e leggerissime scosse furono avvertite in Romagna nel Settembre e queste istesse apparvero sensibili appena ai delicati istrumenti del Malvasia in Bologna. Quel mese fu invece terribile nei contorni dell'Etna in Sicilia come a tutti è noto ed in generale ben poco fu agitato nel resto della penisola. Nell'Ottobre poi un grande terremoto urtò in Romagna nell' alto appennino ai 7 di quel mese e mentre si faceva la calma in Sicilia agitavasi interpolatamente la Calabria e la Basilicata e la terra di Lavoro con scosse piuttosto forti ma isolate. Intanto in Romagna piccole scosse frequenti or qua or là costituivano nell'insieme un vero periodo sismico stabilito nella Romagna. Così passò la prima metà del Novombre 1874. Nel resto di Novembre e nel seguente Decembre furono rarissime le scosse in Romagna e spesseggiarono invece nelle provincie Romane e nella Terra di Lavoro. Venne poi sul fine di Decembre una calma perfetta e generale dei terremoti, interrotta soltanto da qualche scossa in Sicilia nel principio dell'anno. Accennavasi così già un ritorno dell'attività verso l'Etna. Infatti ecco ciò che leggiamo nei giornali siciliani sul fine della prima decade di Gennaio.

« Nella notte dal 7 all'8 Gennaio in Acireale e suoi dintorni sono avvenute più scosse di terremoto. Si ha ragione di credere che ripetano la loro origine dall'interno lavorìo dei fuochi dell'Etna. La prima scossa fu avvertita alle 9,10' pom., non dissimile in nulla a due brevi e ben distinte sotterranee percosse. Essa fu foriera di un terremoto di ben altra intensità. »

« Batteva l'una meno un quarto dopo mezzanotte, quando da molti che si trovavano in veglia fu udito un sotterraneo rombo. Consecutivamente ebbe luogo lo scoppio di un terremoto gagliardo, che prolungossi per più secondi e le cui oscillazioni si confusero a tre grandi urti da produrre dappertutto scompiglio e spavento. L'uno e l'altro si provò dagli abitanti; molti, uscendo all'aperto, si riversarono per le strade e per le piazze; il maggior terrore manifestossi nei quartieri. Il signor Sottoprefetto riunissi allora alla popolazione, i RR. carabinieri attivarono la loro perlustrazione. Le ricevute no-

tizie ci fan sicuri che questo non fu se non un terremoto vulcanico locale, il cui centro di radiazione si appalesò nella zona superiore del territorio ad occidente di questa città, specialmente nella contrada denominata *Testa di vipera*, e consecutivamente nelle contigue *Fossa dell'acqua* e *Malovrio*. Si hanno infatti nella prima, per un miglio attorno, diverse fenditure del suolo, l'atterramento di varie case di campagna, lo scompiglio ed il rovescio di molte mura stradali e di circonvallazione. Le altre due contrade soffersero anche danneggiamenti di questo genere. Il terremoto propagò la sua oscillazione ad Aci Sant'Antonio, Aci Catena, Pisano, S. Venerina ecc. Fortunatamente non si hanno a lamentare casi di morte; ma parlasi solo di pericoli corsi e di qualche frattura incontrata. Alle ore 7 e un quarto ant. del giorno 8 si replicarono, con breve intervallo, altre due scosse, ma lievi. Vogliamo augurarci che il fenomeno non abbia a ripetersi. »

Da Riposto poi, presso Catania, narrandosi più o meno le medesime notizie per ciò che riguarda il territorio di questo Comune, si aggiunge che in un piccolo paese, non lungi da Acireale, la scossa del venerdì al tocco fu tanto forte, che produsse molti danni, cagionò la morte di otto persone, e credevasi indizio certo di prossima eruzione dell'Etna.

Dopo ciò i giornali ci narrano, che l'Etna ai 19 Gennaio accennava a qualche risveglio. Nella sera del medesimo giorno i fenomeni divennero più evidenti: nella mattina poi del 20 un forte rombo con fumo denso e vorticoso usciva dal cratere e pareva iniziare una grande eruzione.

Dopo questi fatti null'altro troviamo narrato dai giornali per i giorni successivi. Il ch. Prof. Silvestri mi prometteva di raccogliere notizie e di communicarmele, qualora ve ne fossero state importanti da aggiungere alle publicate dai giornali. Nulla finora mi pervenne per parte dell'illustre professore, e perciò stando ai dati che conosciamo, sembra che dopo il 20 Gennaio l'Etna si sia calmato, e l'attività endogena siasi trasferita sotto l'Apennino di Romagna; perchè appunto ai 20 Gennaio colà rinforzarono le scosse, le quali però erano cominciate già a presentarsi quasi contemporaneamente che in Sicilia, cioè ai 9 ed ai 10 di Gennaio.

E qui giova osservare che le scosse, avvenute nella notte del giorno 8 in Sicilia, dovettero leggermente essere risentite anche nel sistema vulcanico laziale, perchè a Frascati il Lavaggi nell'osservazione del mezzodì dell'8 Gennaio trovò nel sismografo traccie di scuotimenti avvenuti nella direzione N-S. Nella sera poi dello stesso giorno 8 circa le 10, 15 pom. una nuova scossa avveniva nella medesima regione laziale ed era avvertita in Velletri, luogo

che altre volte abbiamo notato esser sensibile particolarmente per i movimenti procedenti fra N e S. Il giorno 9, come abbiam detto, i terremoti apparivano in Romagna con qualche forza. Mi sembra perciò non senza importanza, che le scosse laziali cadono precisamente nell'intervallo di tempo fra i terremoti di Sicilia e quei di Romagna.

Ma qualunque possa essere l' importanza di queste ultime osservazioni è sempre interessantissimo nel caso nostro il vedere che mentre l'Etna mostrava agitarsi, anche la Romagna dava segni di moto ma debole e direi quasi incerto ed interrotto. Quando poi nell'Etna si ristabilì la calma, prese forma e stabilità un nuovo periodo sismico nella Romagna. Imperocchè dal 20 al 28 di questo mese la predetta regione fu in preda a non gagliardissime ma continue vibrazioni del suolo. Intorno alle quali allorchè le vidi divenire sì frequenti, mi procurai numerose notizie, ed eccitai eziandio il ch. P. Serpieri, che trovavasi più di me prossimo al teatro dei fenomeni, ad occuparsene seriamente onde moltiplicare le indagini. Egli corrispose gentilmente all'invito di modo che quanto io ora riferirò intorno ai fenomeni sismici di Romagna dal 20 al 28 Gennaio è in gran parte materia communicatami dal sullodato illustre collega. Perciò credo far cosa doverosa e piacevole ai lettori incominciando dal riferire la lettera che il Serpieri mi scriveva dopo raccolte ed alquanto studiate le notizie. Nella quale lettera esprimendo egli pregevolissimi concetti, è anche giusto riferirli testualmente.

Carmo Sig. Prof.

Urbino 1 Marzo 1875

« Volentieri le scrivo una breve notizia sui pochi dati che finora ho po-
» tuto raccogliere sui terremoti ultimi di Forlì nei giorni dal 20 al 28 Gen-
» najo. Pur troppo non è forse sperabile di poter raccogliere più sicuri e
» più numerosi dati, perchè le scosse furono sempre o lievi o di forza me-
» diocre, e succedendosi talvolta a brevi intervalli, gli osservatori non te-
» nevano registro di tutte, nè tutti prendevan nota della medesima. Di più
» è da lamentare che i nostri più bravi colleghi, il sig. Antonio Merlini e
» il Prof. Vincenzo Riatti, non avessero in quei giorni i loro orologi rego-
» lati perfettamente. Ambedue questi egregi cultori della scienza mi hanno
» communicato i loro registri e insieme i dubbii e le correzioni probabili
» delle ore segnate: il Merlini trovò il 24 Gennaio che il suo orologio an-

» ticipava di 5′, ed il Riatti che il suo ritardava di 2′. Così io ho creduto » di fare queste correzioni nelle ore del 23 e 24, pei quali giorni adunque » riterremo le ore come abbastanza giuste: ma ora non saprei dire quanto » siano esatte quelle del 20, 21, e 22 e quelle del 25, 27 e 28, le quali tra- » scrivo come in principio mi furon date. Dall'esame poi di tutti i dati riuniti » a me pare che i movimenti avessero la loro origine nei dintorni appen- » ninici di Forlì: doveva essere però un focolare molto esteso e di poca in- » tensità senza alcuna disposizione a concentrarsi in un punto solo. Farei » volentieri il paragone di un gran mare in burrasca che alza le sue on- » date ora in un punto, ora in un altro. Due o tre soli di quei colpi sem- » brano propagati sino a noi. Siffatta condizione di cose spiega la innocuità » di tutte quelle scosse: e la romba molto frequente che udivano a Forlì, » senza che la scossa successiva avesse grande violenza, conprova forse la » vicinanza dei centri di agitazione. Più larghe conclusioni io non saprei » vedere probabili. Non è mancata a Forlì qualche buona osservazione di » fenomeni fisiologici che gentilmente mi ha descritti il mio egregio e bravo » amico Prof. Pio Vecchiotti. Potrò darne contezza in altra circostanza, o » quando a Lei piacerà. »

20 Gennajo

1) . . . *Meldola*. Si è notato più volte qualche piccolo movimento (Babacci).

21 Gennajo

2) 1. 05 a. *Forlì*, scossa leggera da E ad O durata 2 secondi, appena marcata dal Sismografo (A. Merliui).
1. 05 a. *Cesena*, scossa mediocre. Dicesi che quivi la scossa sia stata più intensa che a Forlì (Almerici).
3) 11. 00 a. *Cesena,* scossa mediocre (F. Francavilla).
4) 2. 05 p. *Forlì*, scossa mediocre da E ad O durata 3″. Fu più intensa di quelle dell'1 ora ant. (A. Merlini).
5) 6. 00 p. *Forlì*, scossa da E ad O ondulatoria (A. Merlini).
6) 8. 06 p. *Forlì*, scossa ondulatoria da E ad O (A. Merlini).
7) . . . *Forlì*, secondo il Prof. Riatti in questo giorno vi sarebbe stata una quinta scossa sensibile al Sismografo, della quale però manca la descrizione.

22 Gennajo

8) 5. 00 a. *Forlì*, leggera scossa da E ad O. Tanto questa scossa, come le precedenti furono accompagnate da rombo (A. Merlini).

5.00 a. *Cesena*, leggera scossa (F. Francavilla).

9) 2.45 p. *Roma*, scossa indicata soltanto dal Sismografo (De Rossi).

10) Sera *Velletri*, pendoli agitati, anche però nel resto del giorno (Galli).

11-18) . . . *Forlì*, secondo il Riatti vi furono altre otto scosse sensibili al Sismoscopio.

23 Gennajo

19) 12. 30 a. *Camerino*. Taluno ha sentito una piccola scossa: difatti i pendoli dei Sismografi segnarono traccia dal N al S: ma la leggerezza della scossa non permise che si comunicasse il moto all'orologio (Casali).

20) 6. 00 *a*. *Cesena*. Scossa (Francavilla).

21) 6. 50 a. *Forlì*. Scossa assai forte sussultoria ed ondulatoria da E ad O durata 3''. (A. Merlini). Secondo il Riatti sarebbe stata alle 6.47, avrebbe dato segno al vetro affumicato del Sismografo e sarebbe stata sussultoria ed ondulatoria da S a N, avendo preceduto anche alcune altre piccole scosse.

Urbino e *Cartoceto*. Questa scossa sentita anche a *Portico*, dove sembra essere il focolare di tutti questi movimenti è giunta fino ad Urbino; ed il Conte Marcolini a Cartoceto notava la direzione essere da SE a NO e l'ora alle 6. 40. Quest'ora di Cartoceto è forse in tempo vero, quindi vale 6. 52. in tempo medio; così ha l'ora media di Forlì 6. 48 $\frac{1}{2}$ e quella 6. 52 di Cartoceto corrono tre minuti e mezzo che è differenza assai razionale. Il prof. Francavilla mi accenna questa scossa alle ore 6. 57, ed un altra sopra indicata alle 6. 00. Dall'insieme di queste indicazioni mi sembra rilevare come era varia e continua per quei luoghi l'instabilità del terreno in quella mattina, lo che si vede anche dalle notizie successive. (Serpieri).

Faenza. Lieve e breve scossa che non produsse danno (Giornali).

Castel Bolognese. Sensibile scossa ondulatoria, 5'' (Giornali).

6. 59 a. *Russi*. Lieve scossa.

7. 00. a. *Portico*. Scossa ondulatoria piuttosto forte.

Ravenna, *Bologna* e rimanente *Roma*. Questa scossa fu più o meno leggermente avvertita in queste città e nel resto della Romagna.

22, 23) tra le 8 e le 9. *Meldola*, due piccole scosse (Babacci).

24) 9. 12 a. *Forlì*, piccola scossa (Riatti).

Portico. Ondulatoria, molto lunga, e meno forte dell'antecedente.

25) 9. 21 a. *Forlì*. Scossa più intensa di quella delle 6. 50, sussultoria e ondulatoria da E ad O con mugito terribile e prolungato (A. Merlini, V. Riatti e Giornali).

Portico e *Cesena*. In questi luoghi fu assai forte. (Serpieri).

Meldola. Scossa più forte dell'antecedente. (Babacci).

Urbino. Debole scossa in direzione N. s. (Serpieri).

26) poco dopo. *Meldola*. Altra scossa anche più forte sussultoria. (Babacci).

27) 10 27 a. *Forlì*. Scossa. (Riatti).

28) 11 16 a. *Forlì*. Scossa. (Riatti).

29) 11. 42 a. *Forlì*. Scossa. (Riatti).

30) 5. 57 p. *Forlì*. Scossa sensibile che diede segno nel vetro affumicato del sismografo. (Riatti).

6. 00 p. *Meldola*. Scossa sussultoria abbastanza forte. (Batacci).

31) 10. 02. p. *Forlì*. Scossa. (Riatti).

32) 11. 15 p. *Forlì*. Scossa. (Merlini).

33) poco dopo. *Forlì*. Scossa. (Merlini).

34) 11. 48 p. *Forlì*. Scossa. (Merlini).

35) poco dopo. *Forlì*. Scossa. (Merlini).

36) sera. *Velletri*. Pendoli assai agitati. (Galli).

24 Gennaro

37) mezzanotte. *Ravenna*. Varie scosse ondulatorie intorno alla mezzanotte. (Tozzoli).

12 15 a. *Cesena*. Scossa. (Serpieri).

38) 2. 00 a. circa. *Ravenna*. Id.

3. 15 a. *Forlì*. Molte scosse sensibili al sismoscopio. (Riatti).

39) 5. 00 a. *Cesena*. Scossa. (Serpieri).

40) 0. 00. a. *Forlì*. Scossa. (Riatti).

41) 10. 40 a. *Forlì*. Scossa ondulatoria leggermente vorticosa fra SE e NO durata 3'', con forti rombi (Merlini). Secondo il Riatti fu alle 10. 55 e lasciò traccia al vetro affumicato.

10. 45 circa. *Meldola*. Scossa sussultoria discreta. (Babacci).

42) 11. 30 a. *Roma*. Oscillazione nel sismografo con traccia da SO e NE. (De Rossi).

11. 45 a. *Modigliana*. Forte scossa. (Corrisp. Bertelli).

43) 12. 00. *Roma*. Id.

44) 8. 10 p. *Portico*. Colpo come cannonata senza scossa ondulatoria, ma con un tremito sussultorio (Corrisp. Bertelli).

45) mezzanotte. *Rimini*. Leggera scossa ondulatoria SE NO. (Osservat.)

Id. *Portico*. Scossa ondulatoria piuttosto forte e lunga. (Corrisp. Bertelli).

Id. *Meldola*. Scossa forte sussultoria.

46) 0. 04 a. *Russi*. Scossa. (Malvasia).

47) 0. 10 a. *Forlì*. Fortissima scossa, con caduta di qualche camino con forte rombo. (Riatti).

Id. *Imola*. Scossa (Scarabelli).

48) 0. 15 a. *Forlì*. Due scosse successive sussultorie e tre ondulatorie SE NO, durate forse la prima 4'' (Merlini).

49) 1. 55 a. *Monte Cassino* e *Villa s. Lucia*. Leggera scossa (Quandel).

50) 2. 05 a. *Monte Cassino* e *s. Lucia*. Sensibile scossa ondulatoria da NO. Nè questa, nè l'antecedente sono state avvertite a Cassino (Quandel).

51) 4. 14 a. *Russi*. Scossa. (Corrisp. Bertelli).

52) 5. 00 a. *Ascoli*. Poco prima di quest' ora scossa a guisa di un colpo di vento. È stata sussultoria brevissima. (Saladini).

Mattino. *Cesena*. Frequenti scosse nella mattinata, senza danni, meno sensibili che a Forlì e nella vallata del Bidente: le scosse sentivansi provenire da Bertinoro e fra Bertinoro e Forlì, cioè O–E e NO–SE. (Corrisp. Bertelli).

Id. *Ravenna*. Molte piccole scosse fra S e SE avvertite da pochi (Tozzoli).

53) 6. 00 a. *Porretta*. Piccola scossa. (Lorenzini).

Galeata. Sembra che il centro degli ultimi terremoti fosse Galeata sul torrente Bidente nell'Apennino forlivese subito al di là del confiue toscano. Ivi avvennero parecchi guasti alle case senza però danni alle persone (Corrisp. Bertelli).

54) 7. 08 a. *Ravenna* e *Forlì*. Dalla mezzanotte a quest' ora sono state contate 10 scosse delle quali quantunque non siano state conosciute tutte le ore, queste ci sono tornate coll' insieme delle notizie; lo che indica che ne abbiamo raccolte un numero abbastanza esatto.

Questa fu rimarchevole per la forza, lunghezza e rombo. (Riatti, Tozzoli e Corrisp. Bertelli).

55) 8. 05 a. *Forlì*. Sensibile scossa con segno al sismoscopio. (Riatti).

56) 11 55. a. *Cartoceto*. Scossa mediocre da SE a NO. (Marcolini).

57) 12. 00 a. *Portico*. Scossa piuttosto forte e lunga. (Serpieri).

58) 12. 04 a. *Urbino*. Due serie di ondulazioni, la prima delle quali più sensibile fra E ed O. (Serpieri).

Questi aggiunge sembrargli difficile di raccogliere dati su queste scosse del giorno 25, onde riconoscere l'andamento dei moti: poter notare peraltro che la scossa di Forlì fu l'unica congiunta a moto sussultorio; ed essendovi stato anche un piccolo sussulto nella scossa di Ascoli ed un movimento anche a Cassino sembrargli poter sospettare in attività due focolari contemporanei.

26 Gennaio

59) 0. 20. a. *Forlì*. Leggerissima scossa con rombo. (Merlini).

60) 1. 01. a. *Bologna*. Piccole scosse SSE–NNO, ovvero assai lento movimento del suolo, giacchè non fu indicato che dallo spostamento degli indici dell'isosismometro e punto dagli altri istromenti. (Malvasia).

61) 0. 00 a. *Portico*. Scossa ondulatoria piuttosto forte. (Corrisp. Bertelli).

62) 9. 00 a. *Roma*. Piccola scossa. (Bull. Minist. Agricolt.).

63) 12. 00 – *Rocca di Papa*. Massima agitazione nel tromometro, la quale durò diminuendo in tutte le ore pomeridiane. (De Rossi).

64) tra 12 e 3 p. *Bologna*. Piccola scossa ondulatoria N. S, dell'ampiezza di 2 millim. e mezzo. (Malvasia).

27 Gennaio

65 74) . . . . . *Sant'Andrea di scarica l'asino* (Monghidoro): in questo luogo la terra fu in continuo movimento, sempre però con moti leggerissimi (Malvasia). Si valutano arbitrariamente dieci scosse.

28 Gennaio

75) 2. 00 a. *Meldola*. Piccola scossa sussultoria (Babacci).

76) 2. 25 a. *Forlì*. Scossa preceduta da forti rombi, che come d'ordinario in questo periodo superarono d'intensità la scossa che seguiva. Fu sussultoria da SE a NO (Merlini). Il Riatti in questa scossa ebbe un segno nel vetro affumicato.

77) 2. 32. p. *Forlì*. Scossa ondulatoria e sussultoria, SE–NO. (Merlini). Il Riatti l'ha notata alle 2. 25.

78) 3. 12 p. *Forlì*. Piccola scossa. (Riatti).

La rassegna delle notizie ora enumerate ci presenta circa ottanta scosse di terremoto in otto giorni, pochissime delle quali avvennero fuori delle Romagne e nelle Romagne ebbero mai sempre il loro centro verso Forlì. Il giudizio emesso dal Serpieri nella lettera che ho riportato è tanto verosimile che nulla potrei ora aggiungervi o toglievi. La moltiplicità delle scosse in ore vicinissime e la variissima intensità loro, quasi sempre poi ben limitata, non ci permettono di istituire analisi sulla velocità e propagazione del moto. Quindi l'idea d'un vasto focolare mancante quasi di un centro precipuo d'attività, ed il riconoscere in questa vastità la ragione della poca forza sismica, sono concetti giustissimi che sorgono spontanei dall'insieme dei dati, ma che hanno bisogno di conferme negli studi ulteriori sul passato e sul futuro di simili fenomeni.

Continuando ad esaminare o piuttosto a riferire la sequela dei fenomeni sismici di questo periodo in Romagna e nel resto d'Italia, troviamo dopo il 28 Gennaio apparire una nuova tregua la quale però non è del tutto perfetta. Le scosse del Febbrajo furono poche e deboli, spesseggiarono solo alquanto fra il 7 ed il 10 di quel mese, intrecciandosi sempre con altre scosse concomitanti quel periodo in altre parti della penisola. Nel Marzo la Romagna fu mai sempre tranquilla fino al 18 quantunque nel resto di Italia serpeggiasse il terremoto debole e saltuario. Nel 17 Marzo i piccoli terremoti delle diverse regioni italiane cominciarono a spesseggiare senza che niuno potesse avvedersi di ciò che preannunziavano, essendone avvenute a Perugia, a Viterbo, a Velletri, a Belluno ed in chi sa quanti altri luoghi dai quali non si è avuta notizia. Nella notte dal 17 al 18, parecchie piccole scosse furono avvertite nella Romagna medesima; finchè intorno all'1 ant. del 18 una terribilissima scossa urtò, direi quasi con la celerità del lampo, l'intiera Romagna, l'Umbria e le Marche, diffondendosi poi anche nel Veneto, nella Toscana, negli Abbruzzi e nelle provincie romane. Il punto principalmente devastato fu la costa adriatica di Cervia, Cesenatico e Rimini. È impossibile riassumere la estesissima copia delle notizie raccolte; nè potendolo lo farei, prima che il Serpieri ne abbia pubblicato il resoconto, che con grande cura si è posto a compilare. Accennerò soltanto le tre caratteristiche speciali di questo terremoto, che mi parve intravvedere sulle prime 72 notizie che io raccolsi da 44 località. Esse furono: 1° la velocità straordinarissima delle onde sismiche: 2° l'evidente solidarietà dell'intera penisola italiana nel fenomeno localizzato nelle Romagne; 3° l'aver corrisposto in modo meraviglioso ai dati testè da me proposti per la previsione del terremoto in generale, e perfino per ciò che riguarda l'indicazione della regione da scuotersi.

Quanto alla velocità, essa fu tale da potersi prevedere che allorquando il Serpieri avrà tutte ben raccolte e confrontate le notizie sapremo aver forse superato i 100 chilometri a minuto. La scossa principale che avvenne intorno alle 12, 52 ant. spiegò la sua massima energia fra Pesaro e Cervia battendo principalmeute Rimini e Cesenatico scorrendo colla sua principale e forte corrente lungo la costa marina e verso l' Appennino nelle valli orientate dall'Est all'Ovest della Romagna. Perciò hanno predominato le onde dirette dall'Est all'Ovest e dal Nord al Sud, poco modificandosi a seconda delle fratture del suolo. I punti più lontani urtati da questa scossa sembrano Firenze, Perugia, Ascoli, Venezia, Trento, Aquila, Roma e la Dalmazia. Ma intorno a tutto ciò ripeto dobbiamo attendere la pubblicazione degli studi del Serpieri i quali riusciranno al certo di grande vantaggio alla scienza come se ne può giudicare dalle primizie che in qualche lettera egli mi ha gentilmente communicato e che mi prendo la libertà di quì riferire coll'assenso dell'autore.

« Eccole un cenno del poco che finora ho potuto raccogliere di lume sul » terremoto del 18 Marzo, e badi che quantunque vedo un buon fondamento » a ciò che sto per esporle, questo non è ancora il definitivo risultato di » tutti i dati fra i quali me ne restano ancora parecchi da appurare. »

« Come nel 1873 vi fu un radiante lineare fra Spoleto-Firenze, così ora » un altro radiante lineare sembra mostrarsi presso a poco Fermo-Firenze. » Ella vede che è appunto un' altra catena Apennina. Quando ciò io vidi » per mezzo a queste cifre, indovinai e pensai che appunto l'Apennino do» vea da Firenze avere una diramazione speciale verso Camerino e Fermo. » Le cifre sismologiche mi svelarono una catena montana, che sulla carta » poi ritrovai. Da questo radiante son partite le onde furiose verso il lido » Adriatico e dove sono terreni meno connessi e saldi, dove penso io ces» sino le schiene mioceniche e plioceniche, o per meglio dire dove queste » si coprono dei terreni alluvionali, ivi è stato il più grande conquasso. Per» ciò le rovine di Cervia e Cesenatico, e quelle minori di Rimini. »

« Ho riscontrato qualche libro di antiche memorie sui terremoti di Rimini » ed altre memorie mi hanno favorito da Rimini alcuni dotti ed egregi miei » amici. Si svela il gran fatto che *il terremoto del 18 marzo fu eguale ai* » *maggiori terremoti antichi*. Tutto ciò comproverò coi debiti documenti. »

Non occorre dimostrare come il giudizio formato dal Serpieri nella prima analisi dei fatti concordi pienamente con le conclusioni, sulle quali, io richiamava l'attenzione dei dotti nella memoria sopra i tre maggiori terremoti italiani del 1874. Nella quale memoria io notava che in tutti tre quei ter-

remoti il punto di partenza delle onde sismiche era stato lineare in una porzione assiale delle catene Apennine. Anche la costante somiglianza di tutti i grandi terremoti del medesimo luogo, fu da me dimostrata nella memoria sulle fratture vulcaniche Laziali (1).

Negli studi del Serpieri sopra questo terremoto credo che sarà data un ampia parte alle ricerche elettriche intorno alle quali veggo fra le notizie esservene di molte meritevoli di grande esame. Anche fra queste però voglio subito qui riferire ciò che il Serpieri stesso scrivevami d'aver intorno a questo punto osservato in Urbino.

« Io mi era, dice egli, non so come destato un minuto innanzi che venisse il terremoto. Qualche alterazione certo mi sorprendeva per farmi desto appunto in quel momento. Venne il terremoto e poco dopo il telegrafista Luigi Agosti egregio gentilissimo impiegato si mise in relazione diretta con Ancona. Ora quando Ancona taceva, notò con sorpresa che l'áncora era improvvisamente a brevi intervalli attratta; precisamente come spesso accade durante un temporale. Non trascurò di prender nota del bel fenomeno e di farci diligente attenzione per restarne ben persuaso. Inoltre osservò il galvanometro e vide l'escursione di circa 4° ogni volta che la macchina dava quei colpi. La deviazione era dalla stessa parte dove va l'ago, allorchè invia qualche dispaccio. »

Lascio di riferire sulla parte dinamica di questo terremoto nella quale quantunque abbia procurato di attenermi principalmente alle cose accennatemi dal Serpieri, pure nè conviene preoccupare il campo lavorato da questo scienziato, nè è direttamente dello scopo di questa memoria il fermarmi sopra un solo terremoto mentre essa è diretta ad esaminare l'intiero periodo delle commozioni telluriche della Romagna.

Ho detto di sopra che fra le caratteristiche speciali di questo terremoto del 18 Marzo io vedeva la evidente solidarietà dell'intiera penisola italiana nella tempesta sismica che toccava uno dei suoi massimi nella notte del 18 Marzo in Romagna. Questa mia opinione più volte già manifestata in simili casi apparirà io credo abbastanza chiara dall'insieme di tutti i dati che si riferiscono all'intiero periodo di cui ragioniamo; e perciò toccherà diciamo così il suo pieno d'evidenza alla fine di questo ragionamento. Ma pure fermandosi momentaneamente sopra questo terremoto del 18 Marzo, la predetta solidarietà speciale già ci si manifesta dal saltuario apparire di molte scosse immediatemente prima ed immediatamente dopo la grande scossa in punti

(1) V. Atti dell'Acc. Pont. de'Nuovi Lincei, T. XXVII, Sess. II, e T. XXVIII, Sess. I.

diversi anche lontani dalla regione centrale. Da circa 10 giorni tutto era quieto e niuna scossa si verificava in Italia. Nella mattina del 17 alle 8 ant. tremò la terra a Belluno e nella sera del 17 alle 10, 15 cominciarono le scosse a Perugia. Ivi si ripeterono intorno alla mezzanotte e questa commozione fu sentita anche a Ravenna. Poscia seguì la grande disastrosa dell'una ant. Alle 2 ant. nuove agitazioni nelle Marche, alle 3 a Padova ed alle 4 ant. a Perugia. Alle 5, 15 ant. una assai sensibile scossa avvenne in Roma e fu forse più intensa a Velletri. Alle 9, 50 tornava a scuotersi il suolo a Perugia e nel pomeriggio il sig. De Andreis a Civitavecchia notava straordinarie agitazioni nei suoi pendoli sismografici. Non conosco, come ho detto sopra, altre notizie; ma sono persuasissimo che molte altre piccole scosse avvennero in altri luoghi manifestando come tutta l' Italia era in preda ad una vera tempesta sismica nel 17 e 18 Marzo.

Il terzo punto che ho chiamato caratteristico in questo terremoto del 18 Marzo ed il più interessante, si riferisce alla previsione del terribile fenomeno. Nel primo fascicolo del sopra citato *Bullettino* di quest'anno, ho io pubblicato un articolo nel quale ho dimostrato come tutti i terremoti siano preceduti da una tempesta sismica microscopica, che si manifesta due o tre giorni innanzi e che terminando antecedentemente al terremoto, io sospetto scomparisca progressivamente dai diversi luogi d'osservazione in ragione della distanza loro dal punto ove si concentrano le forze endogene per preparare il terremoto. Di maniera che dove il terremoto avviene, la tempesta microscopica non cessa ma aumenta fin presso al tempo della vera scossa. Molti indizi mi hanno suggerito questa idea. La quale non ho potuto verificare sopra una grande scala, essendo finora pochissimi i luoghi in Italia nei quali si fanno osservazioni microscopiche di questo genere. Questa volta è avvenuto che il centro del terremoto si è incontrato in luogo dove si fanno di tali osservazioni microscopiche; così ho avuto una verifica esatta della legge da me preveduta. Nei giorni 15 e 16 Marzo io in Roma, il Bertelli in Firenze, e il conte Malvasia in Bologna, vedemmo grande tempesta microscopica, la quale cessava affatto col giorno 17. So però dal chmo Professor Guidi, il quale in Pesaro attende alle suddette osservazioni, che ivi dopo il 16 invece di veder entrare la calma vide subentrare il massimo dell' agitazione. Se noi telegraficamente avessimo potuto comunicarci le osservazioni da questi e da altri punti, avremmo potuto dire fin dalla sera del 17 Marzo che un terremoto minacciava le Romagne per il 18 o per uno dei giorni seguenti.

vari punti di Italia contemporaneamente ed a grandi distanze. Imperocchè mentre in Romagna fu generalmente avvertito fino anche a Firenze, nel resto delle regioni limitrofe e lontane niuno lo sentì. Fu poi avvertito ad Anagni nelle provincie romane ed a Cosenza nella Calabria. In questo come in moltissimi altri casi si rinnovò il fatto di vedere Cosenza mai sempre sensibile alla massima parte dei terremoti italiani dovunque essi avvengano. Ma questo medesimo terremoto ebbe anche ciò di speciale di coincidere cioè nei giorni delle agitazioni terribili dell'Asia minore dove le duemila vittime e la distruzione completa di molti villaggi; danno una chiara idea della violenza di questo massimo sismico che possiamo dire Italo-Asiatico.

Intorno a questo terremoto del 6 Maggio volendo far conoscere, come ho fatto degli altri, gli elementi raccolti, credo dover in primo luogo riferire la descrizione pubblicatane per ciò che riguarda la città di Firenze del Ch. P. Cecchi direttore dell'Osservatorio Ximeniano in Firenze. « Erano le 10 e 57 minuti pom., » ed io stava seduto al mio tavolino leggendo un libro, quando sentii alcune » leggiere ondulazioni da E. S. E. a O. N. O., che durarono circa due secondi. » Notai l'ora all'orologio a pendolo che era lì vicino, e mi riposi a leggere. » Alle 11 un'altra scossa molto più sensibile delle prime e diretta parimente » da E. S. E. a O. N. O. faceva scricchiolare un armadio della stanza, ed era » seguìta da altre ondulazioni, che durarono circa tre secondi. Visitando po- » scia gli strumenti, trovai che, mentre l'ortosismografo non mostrava sul vetro » coperto di nero fumo traccia sensibile di moto sussultorio, l'isosismografo » vi avea segnato distintissima la direzione sopra indicata da E. S. E. a O. » N. O. » Le notizie trasmessomi dal Bertelli concordano con queste del Cecchi. Interessante sarebbe pure il riferire estesamente la relazione pubblicata dal Malvasia (1) di Bologna e le altre se non temessi di estendermi troppo lungamente. Riassumo tutti gli elementi raccolti in poche parole e riducendo tutte le ore esatte al t. m. di Roma.

Firenze 11, 01′, 49″ prima scossa ond. ESE-ONO durata 2″ seconda scossa 11, 04′, 49″ ond. ESE-ONO durata 3″ molto più sensibile della prima e del grado *quarto* (sensibile) della scala d'intensità da me proposta. (Cecchi).

Bologna 11, 04′, 26″. Ond. N-S durata 3″ di grado *sesto* (forte) fattasi poi sussultoria e preceduta da rombo. La parte sussultoria fu giudicata dal Malvasia costituita da un abbassamento di suolo. (Palagi Malvasia),

Porretta 11 pom. circa. Scossa sensibile il pozzo si abbassa di 5 cent. (Lorenzini).

(1) *Ancora*, 7 Maggio 1875.

Urbino 11, 09', 30''. Lieve scossa SE–NO proveniente da SE; pochissimi l'hanno avvertita; nel sismografo segno di due mill. *grado secondo* (debole) (Serpieri).

Lojano 11 pom. circa; scossa non tanto lieve ond· preceduta da forte romba. (Magnani).

Anagni. A tarda sera in pochi minuti si sentirono da parecchi quattro diverse sensibili scosse. (Galli).

Cosenza. Alle 11, 14' pom. Terremoto ond. da pochi avvertito *secondo grado* (debole). (Conti).

Fatto confronto fra l'intensità, la romba e l'ora di questo terremoto, nei varii luoghi chiaro apparisce che Firenze e Bologna dovettero trovarsi non assai distanti dal centro del terremoto. Il quale centro poi dall'intensità e dalla romba sembra essere stato non lungi da Lojano e per conseguenza nell'alto appennino fra la Romagna e la Toscana. Ciò si conferma dal fatto che Loiano stesso patì un altra leggera scossa fra E ed O nel seguente giorno 7 Maggio intorno alle 8 pom. Questa scossa come sopra abbiamo notato comunicavasi a grandi distanze cioè a Cosenza ed Anagni ed era pur preceduta e seguita da terremoti vari e distanti nella penisola. Imperocchè Cosenza, Firenze e Camerino pativano scosse nel giorno 5, e Velletri con Loiano nel giorno 7 e poscia Velletri di nuovo nel giorno 8.

Dando una occhiata al rimanente del mese di Maggio vediamo, continuare l'agitazione sismica in piccoli terremoti appena sensibili avvertiti principalmente soltanto dove si fanno osservazioni sismiche. Sembra però che la Romagna sia stata veramente tranquilla in questo rimanente tempo del Maggio, perchè non solo non ci pervennero notizie di terremoti sensibili ma neanche il Malvasia a Bologna il Riatti o l' Almerici a Forlì ne ebbero sentore nei loro istrumenti. Nel solo giorno 16 Maggio una forte scossa fu sentita a Marradi cioè nuovamente nell'alto Appennino fra la Romagna e la Toscana, la quale scossa sembra anche non si diramasse molto all' intorno essendo stata annunziata unicamente dal luogo predetto.

Dopo il 16 Maggio la calma si fa perfetta in tutta la penisola. Ma giunto il giorno 20 due terremoti in Sassuolo d' Emilia annunziano la ripresa dell'attività sismica nell'Italia superiore. Infatti poche ore dopo, cioè passata apparve la mezzanotte alle 1, 36 ant. del giorno 21 una forte ed estesa vibrazione di suolo si fa sentire dall'uno all'altro, mare cioè da Spezia a Venezia. Volendo dare un ragguaglio anche di questa scossa prescelgo nuovamente

la descrizione fattane dal Cecchi di Firenze per poscia riassumere le altre notizie in brevi parole.

« Ora mi affretto a darle notizia anche del terremoto avvenuto nella notte scorsa. Esso è stato molto debole, ma però assai sensibile. E stato soltanto ondulatorio ed ha avuto la direzione da nord-ovest. L'isosismografo grande nel qnale la palla del peso di tre chilogrammi sta attaccata ad un filo metallico della lunghezza di sei metri, ha tracciato sul vetro coperto di nerofumo un segno di piccola ampiezza, ma però sensibile e assai distinto; un piccolo pendolino, che consiste in una palla di ottone del diametro di tre centimetri pendente da un filo non più lungo di 12 millimetri, ha tracciato sul vetro coperto di nerofumo un segno della lunghezza di millimetri sette e tre quarti nella direzione sopra indicata da nord-est a sud-ovest.

« Il sismografo per le oscillazioni verticali (ortosismografo) non ha tracciato un segno distinto, dimodochè non posso dire che vi sia stato movimento sussultorio.

» Il terremoto è stato preceduto da una romba che faceva un rumore somigliante a quello di un colpo di vento fortissimo, come mi è stato narrato da una persona degnissima di fede, che a quell'ora si trovava a passare per la via dei Pucci. Di più, questa stessa persona racconta di avere udito anche il battere del martello di una porta di un palazzo: lo che, attesa la posizione di quella strada, sta assai in accordo colla direzione del terremoto indicata dal mio sismografo. Le scosse sono state due e la seconda è stata assai più sensibile della prima. L'ora del terremoto fu il tocco e 36 minuti. »

Il Bertelli intorno alla medesima scossa scrivevami. « Alle 1' 36' circa del t. m. di Firenze si è sentita una *mediocre* scossa nel piano NNO-SSE a piccole vibrazioni ondulatorie rapide prolungate le quali declinando sono terminate con qualche moto di sobbalso alquanto forte. »

Firenze. Alle ore 1, 40', 49'' t. m. di Roma avvenne il terremoto ondulatorio NE, SO assai sensibile cioè fra il 4° e 5° *grado* della scala dell'intensità, ossia fra *sensibile* e *mediocre*. (Cecchi, Bertelli).

Lucca. Alle ore 1, 43' fortissima scossa preceduta da romba ond. SO-NE; durata 6'' o 7'' taluno ne avvertì una parte sussultoria, altri accusano altre due scosse nel corso della medesima notte. Suonarono in generale i campanelli. Dunque la scossa fu del *grado sesto* cioè forte. (Corr. Bertelli, Desideri, Giornali).

Pistoja. Ore 1. 42' ovvero 1, 45' scossa prima sussultoria e poscia ondulatoria NE, SO assai forte (Corr. Bertelli, Desideri).

Pescia. Alle 1, 50′ una scossa *sensibile* o più esattamente due scosse vicinissime l'una all'altra la prima sussultoria la seconda ondulatoria e più lunga in direzione non bene accertata ma pare di SO, NE e durata complessiva di 2″ in 3″. Prima e dopo vi fu agitazione negli animali; taluno si è destato poco prima come preso da sconcerto nervoso. A questa scossa spetta il *quarto grado* cioè il *sensibile*. (Desideri).

San Romano. Alle ore 1, 30′ ant. circa scossa piuttosto forte durata 8″ o 10″ prima sussultoria poi ondulatoria senza intervallo seguita da romba assai romorosa. Taluno la prevedeva da più giorni. (Corr. Bertelli).

Livorno. Alle ore 1. 43′, 38″ ovvero 1, 44′ due piccole scosse ond. de SO-NE durata la prima 10″ o 12″ l'altra 5″ o 6″. Nessuna romba l'ha preceduta. Tutti i pendoli agitati fortemente meno uno lungo metri 9, 57. Il sismografo si è appena mosso; nella mia camera alcuni oggetti facevano chiasso; han suonato in città alcuni campanelli, nessun danno, nessuna crepaccia. (Lett. del Prof. Monte). Sembra secondo la scala della intensità, doversi collocare fra il 5° ed il 6° *grado* cioè fra *mediocre* e *forte*.

Sarzana. Alle ore 1, 40 ant. scossa ond. NE-SO. (Desideri).

Spezia. Alle ore 1, 45′ ant. Forte e breve scossa ondulatoria. (Disp. telegrafici).

Modena. Alle ore 1, 37′ ant. Due piccole scosse vicinissime ond. N-S della durata complessiva di 5″. (Prof. Ragona).

Bologna. Non fu avvertito il terremoto nè da veruno nè dagli istromenti, ma solo a venti kilom. di distanza ad Ovest della città fu sentito. (Malvasia).

Porretta. Alle ore 1, 47′ movimento in direzione NO-SE il pozzo si abbassò di un centimetro. (Lorenzini).

Urbino. Alle ore 1, 45′ ant. lievissimo terremoto. (Corr. Bertelli).

Padova. Circa alle 2 ant. Due scosse la prima sussultoria, la seconda sussultoria ed ond. che fece battere fra loro i fili dei campanelli in una camera dove si osservò questo fenomeno. (Favaro).

Parma. Alle 1, 45′ una leggera scossa ondulatoria da SE a NO. Un altra scossa più debole era stata avvertita non prima delle 3 ant. (Giornali).

Verona. Alle ore 1, 45′ due scosse ondnlarie da NE a SO la seconda delle quali più forte e durata 6″.

Milano. Alle ore 1, 45′ circa leggera scossa ondulatoria che ruppe il sonno ai cittadini e produsse qualche spavento facendo suonare i campanelli. La direzione notata all'Osservatorio di Brera fu SE $\frac{1}{4}$ E. SO $\frac{3}{4}$ o. (Giornali).

Considerando le ore date per questo terremoto osservo che nella linea da Firenze a Spezia ossia nel versante Mediterraneo dell'Apennino esse tutte concordano dentro circa quattro minuti tranne quella di Pescia. Fra queste sono sicurissime ed esattissime le ore di Firenze e di Livorno. Merita fede anche quella di Spezia perchè data dal telegrafo. Le altre furono tutte più o meno bene accertate e la concordanza loro predetta dentro quei limiti ne garantisce anche non poco l'esattezza relativa. Sarebbe però difficile fra quelle ore riconoscere un andamento qualunque di velocità sismica, sopratutto se si congiunga l'esame dell'ora con quello della intensità, la quale essendo varia ma senza ordine lineare veruno, non sembra prestarsi a farci riconoscere il centro del terremoto in un punto qnalunque di questo versante. Nell'opposto versante Adriatico dell'Apennino, troviamo l'indicazione dell'ora più bassa di tutte e di garantita esattezza poichè proviene dall'osservazione del Ragona nell'osservatorio di Modena. Quest'ora 1, 37′ t. m. di Roma sembra additare un punto assai più degli altri prossimo al centro sismioo del giorno. Infatti sembrerebbe confermato questo giudizio dalle scosse che precedettero quella di cui ragiono le quali avvennero in Sassuolo nel giorno 20 Maggio. Ma la debole intensità dell'urto sperimentato a Modena e per contrario la maggiore gagliardia delle scosse in altri punti fra loro distanti, non favoriscono l'idea d'un centro limitato. Nel versante Adriatico conosciamo l'ora di Urbino e di Milano meritevoli di fiducia: queste sono le 1, 45′ ant. cioè ore non dissimili dalle indicate nel versante Mediterraneo. Ma come ho detto le distanze di tutti i punti (aventi ore certe e simili) da un qualsivoglia centro comune sono diversissime, più diverse poi ne sono le intensità. Quindi mi sembra chiaro che il punto di partenza della scossa fu lineare e che corrisponda con la cresta centrale Apennina dai monti Sillani dominanti la Spezia fino al monte Guerrino dominante la regione di Firenze. Oltre a ciò le catene incrocianti con questa linea assiale e le valli corrispondenti furono invase da corrente sismica di diversa forza. Quanto alla velocità delle onde come altre volte ho verificato pare anche questa volta esser stata duplice; cioè molto più celere nel versante Adriatico e molto più lenta nel Mediterraneo supposto il radiante da me assegnato nella cresta dei monti Apennini. La scarsità delle notizie non permette ragionamenti più solidi, ma è bello vedere che le esposte conclusioni le quali mi paiono le sole probabili sui dati raccolti, coincidono perfettamente con quello che il Serpieri ed io veniamo verificando nei terremoti che possono meglio essere analizzati.

Dopo questo terremoto della mattina del 21 Maggio seguirono più giorni di tregua. Dal 25 in poi piccole scosse ricomparvero solo negli osservatorii sismici di Bologna e della media Italia, finchè ai 29 dello stesso mese un nuovo massimo sismico si mostrò nell'Italia meridionale col terremoto assai forte avvenuto alle 7 ant. a Messina. Mi mancano notizie particolareggiate di questo ultimo fenomeno perciò non posso far altro che citarlo nella serie statistica.

Onde poter trarre qualche conseguenza finale dalle esposte notizie sul periodo sismico che analizziamo sembrami opportuno per ajutare l'occhio del lettore riassumere la serie degli scuotimenti in uno specchio cronologico topografico. In questo specchio ho distinto col carattere corsivo tutte le indicazioni che corrispondono ad un massimo sismico. Siffatto massimo l'ho giudicato tale per esser distinto da uno o più insieme dei tre seguenti caratteri:

1° per intensità della scossa;

2° per numero di scosse superiore a 2 in breve tempo;

3° per estensione di superficie urtata dal movimento sismico.

Allorchè niuno dei tre caratteri accompagna il terremoto, esso è indicato soltanto dal nome del luogo ove principalmente fu avvertito. Perchè poi spiccasse l'andamento del periodo ho collocato presso la data i segni + e –. La presenza di qualunque di questi due segni indica l'essersi verificato in qualche punto d'Italia uno dei predetti massimi sismici. Allorchè però ho adoperato il segno + ho voluto indicare che questo massimo era straordinariamente attivo ossia maggiore fra i massimi.

SPECCHIO DELLA DISTRIBUZIONE TOPOGRAFICA DEI TERREMOTI IN ITALIA DAL 1 SETTEMBRE 1874 AL 31 MAGGIO 1875

N. B. Il carattere corsivo indica il *massimo sismico* il quale col segno — e + è richiamato presso la data: il segno + indica il massimo fra i massimi.

	Veneto	Lombardia	Piemonte	Genovesato e Riviera ligure	Emilia e Romagna	Toscana	Marche ed Umbria	Prov. Romane e Terra di lavoro	Abbruzzi	Campagna Felice e Puglie	Calabria Sicilia a Malta
1874 Sett. + 1											*Randazzo*
+ 2								Rocca di P.			*Randazzo*
+ 3											*Randazzo*
+ 4											*Randazzo*
+ 5											*Etna*
+ 6											*Bronte*
7											
8								Rocca di P.			
9											
— 10					Bologna					*Potenza*	
— 11							*Val Nera*	Rocca di P.			
12											
13											
14											
15								Frascati			
16											
17											
18											
19											
20			Stelvio								
21					Bologna						
22											
23											
— 24					Bologna		*Trevi*				Cosenza
— 25							*Visso*	Rocca di P.			
— 26							*Terni*				*Randazzo*
+ 27					*Monghidoro*						
— 28					*Monghidoro*						
— 29					*Monghidoro*						
— 30					*Bologna*						
Ott. 1											
2								Rocca di P.			
3											
4								Rocca di P.		Vesuvio	
5										Vesuvio	
6								Velletri		Vesuvio	
+ 7			Moncalieri		*Romagna*	*Toscana*	*Pergola*			Vesuvio	Messina
8					*Romagna*	*Ronta*		Velletri		Vesuvio	
9								Frascati		Vesuvio	
10										Vesuvio	
11											
12								Roma			
13								Velletri			
14											
15											
16			Moncalieri								
— 17											*Malta*
— 18			Moncalieri		*Romagna*	*Mugello*		Rocca di P.			

	—	19					Palazzolo	Marradi					
		20			Moncalieri								
		21			Stelvio					Velletri			
		22					Tossignano					Vesuvio	
		23										Vesuvio	
	+	24								Rocca di P.		Vesuvio	Messina
		25											
		26					Ferrara						
		27											
		28											
	—	29			V. del Po e Va-(raita								
		30											Catanzaro
		31											Catanzaro
Nov.		1											
		2											
		3											
		4											
		5					Tossignano						
		6											
		7											
	—	8										S Pietro in fine	
	—	9										Cassino	
		10					Tossignano						
		11											
		12											
	—	13								Velletri		Vesuvio	Cosenza
	—	14					Tossignano	Ronta		Velletri		Vesuvio	
		15											
		16								Velletri			
		17											
		18							Ascoli				
		19											
	—	20								Velletri		S. Pietro in f.	
	—	21										S. Pietro in f.	
		22											
		23											
		24											
		25										S. Pietro in f.	
		26								Ancona			
		27											
		28											
		29											
		30											
Decembre	—	1			Ivrea							Vesuvio	
	⊥	2					Ravenna					Vesuvio	
		3					Sassuolo						
		4					Bologna					Vesuvio	
		5								Roma			
	+	6				Genova		Firenze	Pesaro	Valle Liri	Aquila	Vesuvio	
	—	7								Frascati Alvito		Potenza	
	—	8								Alvito			
	—	9			Moncalieri					Roma Sora		Vesuvio	
	—	10								Roma			
	—	11								Roma			
		12										Vesuvio	
		13			Stelvio					Roma			
		14											
		15							Perugia			Vesuvio	
		16								Velletri			
		17					Bologna						
		18								Roma		Vesuvio	

N. B. Il carattere corsivo indica *massimo sismico* il quale col segno — e + è richiamato presso la data: il segno + indica il massimo fra i massimi.

	Veneto	Lombardia	Piemonte	Genovesato e riviera ligure	Emilia e Romagna	Toscana	Marche ed Umbria	Prov. Romane e Terra di lavoro	Abbruzzi	Campagna felice e Puglie	Calabria Sicilia e Malta
19								Roma			
20											
21								Roma			
— 22								*Terracino*			
— 23								*Terracina*			
24											
— 25	*Belluno*							Velletri			
26								Velletri			
27	Belluno										
28								Roma			
29								Roma			
— 30								Roma		V suvio	*Messina*
1875 Genn. 1								Roma			*Messina*
2							Perugia	Velletri			
3											
4								Roma			
5										Vesuvio	
6											
7											Acireale
— 8								Frascati			*Riposto*
— 9					*Portico*						
— 10					*Portico*			Monte Cavo			
— 11			Ivrea		*Portico*						
12											
13			Ivrea								
14						Firenze		Roma			
15											
16								Roma			
17											
18					Portico			Roma			
19											
+ 20					*Cesena*						*Etna*
+ 21					*Forlì*						
+ 22					*Forlì*						
+ 23					*Romagna*		Camerino				
+ 24					*Romagna*			Roma			
+ 25					*Romagna*		Ascoli	Cassino			
+ 26					*Monghidoro*						
+ 27					*Romagna*						
+ 28											
29											
30											
31								Roma			
Febb 1								Roma			
2											
3											
4											
5											
— 6					*Bologna*			Frascati			
— 7					*Bologna*						

		8											
		9					*Cesena*						
		10											
—		11			*Oropa*		Bologna						
		12											
		13			Ivrea							Vesuvio	
—		14			*Oropa*								
		15			Ivrea								
		16			Ivrea								
		17			Ivrea		Forlì						
		18											
		19											
		20											
		21											
—		22											Cosenza
—		23			Oropa					Alvito		*Marsico nuovo*	
		24										*Marsico nuovo*	
		25								Roma			
		26											
		27			Moncalieri								
		28											
	Marzo	1								Velletri			
		2								Roma			
		3											
		4											
		5											
—		6											
—		7							*Camerino*				
		8							*Perugia*				
		9								Frascati			
		10											
		11											
		12											Cosenza
		13											
		14								Civita Vecchia			
		15	Tolmezzo									Vesuvio	
		16											
—		17	*Belluno*										
+		18	*Padova*						*Perugia*	*Velletri*			
		19					*Romagna*	*Firenze*	*Perugia*	*Roma*	*Aquila*		
		20											
		21											
		22											
		23											
		24							Campello				
		25								Roma			
		26					Sassuolo						
		27											
		28											
		29											
		30											
		31											
	Aprile	1								Rocca di P.			
		2											
		3					Bologna						
		4											
		5										Vesuvio	
		6					Bologna						
		7											
		8											
		9			Domodossola								Cosenza Cosenza

N. B. Il carattere corsivo indica il *massimo sismico* il quale col segno — e + è richiamato presso la data: il segno + indica il massimo fra i massimi.

	Veneto	Lombardia	*Piemonte*	Genovesato e Riviera ligure	Emilia e Romagna	Toscana	Marche ed Umbria	Prov. Romano e Terra di lavora	Abbruzzo	Campagna felice e Puglie	Calabria Sicilia e Malta
10											
11											
12											
13											
14							Camerino				
15								Roma			
16											
17											
18								Roma			
19											
+ 20					*Romagna*	*Toscana*	*Marche*				
21											
22											
23											
24							Camerino				
25								Velletri			
26											
27							Camerino				
28											
29					Ravenna	*Firenze*					
30											
Mag. 1											
2											
3							Camerino				
4							*Camerino*				
— 5						*Firenze*	*Urbino*	*Anagni*			*Cosenza*
— 6					*Romagna*	*Firenze*		*Velletri*			
— 7					*Lojano*			Velletri			
8											
9											
10								Roma			Cosenza
11								Roma			
12								Roma			
13											
14											
15											Cosenza
— 16						*Marradi*		Roma			
17											
18											
19											
20					Sassuolo						
+ 21	*Veneto*	*Lombardia*	*Piemonte*		*Emilia*	*Toscana*		Frascati			
22											
23											
24											
25								Velletri			
26					Bologna						
27					Bologna			Roma			
28											
— 29											

Prima di esaminare lo specchio dato, conviene che io renda conto del valore del medesimo, cioè dimostri quanto esso si possa stimare vicino o lontano ad esser completo nelle indicazioni, ossia quanto corrisponda al vero nel numero dei terremoti che ci pone sotto occhio. Intorno a ciò sembrami poter asserire che il mio quadro deve essere esattissimo nell'indicazione dei massimi ed altrettanto incompleto nella indicazione delle piccole scosse. Imperocchè l'esperienza m'insegna che essendo riuscito ad organizzare una abbastanza estesa corrispondenza in tutta la penisola, ed essendo riuscito in molti luoghi a far fondare varii piccoli osservatorii sismici, ne consegue che le piccolissime scosse le quali d'ordinario rimangono inavvertite dal pubblico, mi sono indicate quasi unicamente ove sono sismologi osservatori forniti di istrumenti. È perciò che necessariamente deve esserne assai incompleto il novero.

Ma i terremoti distinti per qualunque dei tre caratteri predetti non possono sfuggire alle indagini mie e dei miei diligentissimi corrispondenti. I quali tutti appena un primo sentore ci perviene di un qualche terremoto, non tardiamo a procurarci esatte informazioni sui particolari del medesimo. Per questo giova anche moltissimo il Bullettino del Vulcanismo Italiano da me intrapreso, imperocchè chiunque oramai conosce un fenomeno sa a chi e dove debbe dirigerne la notizia.

Ciò posto mi fermerò a considerare i soli massimi rappresentati nello specchio. Due fatti ivi mi sembrano meritevoli di annotazione. Il primo si riferisce alla topografia dei terremoti, il secondo al loro periodo.

Relativamente alla topografia ognuno vede che raramente il massimo si trova stabilito in una regione vulcanica. Ma in pari tempo le regioni vulcaniche raramente si mostrano estranee del tutto ai massimi predetti. Ossia per meglio dire è raro il caso nel quale durante un periodo di massimo dovunque esso accada, un qualche moto non si verifichi anche nel Vesuvio, nell'Etna, nella regione dei vulcani Laziali od in quella della Terra di Lavoro. Oltre a ciò vediamo pure poche volte il massimo manifestarsi in due punti distanti contemporaneamente. Ciò però avviene talvolta abbastanza quasi per rivelarci la relazione intima che deve legare ad una causa stessa, e contemporanea i due fenomeni. Il caso più comune che vediamo, è il trasferirsi del massimo sismico da un punto all'altro lasciando in quiete il luogo tormentato prima e non tornando a questo senza liberare il secondo investito. Pare adunque da ciò che una causa stessa agisca nello scuotere i vulcani e le regioni Apennine ed Alpine lontane dai medesimi.

Questo concetto vieppiù si rende chiaro ponendo mente al periodo. Nel decorso anno esaminando il complesso del movimento sismico del 1873 dissi che mi sembrava intravvedere nella serie statistica dei fatti un periodo mensile complicato con un periodo circa decadico di massima attività. Questo concetto che allora presentai con ogni riserva perchè appariva appena nel primo anno di regolari osservazioni, ora nel periodo dei nove mesi sui quali si estende il mio specchio diviene tanto manifesto da farci intravvedere una prossima assai probabile conquista nella determinazione delle leggi sismiche. Io non debbo svolgere questo punto che chiaro apparisce agli occhi di chi guardi soltanto lo specchio. Due sole eccezioni io veggo le quali a mio vedere confermano l'esposta legge di periodo. Talvolta l'intiera decade è agitata e talvolta torna un massimo intorno alla mezza decade. In questi casi la decade intiera si fa più lunga ed il nuovo massimo non si presenta esattamente dopo dieci giorni ma dopo undici o dodici. Sembra quasi vedere che una attività maggiore endogena avendo occupato più grande parte della decade nel massimo, la prolunga poi di qualche giorno per poter prendere anche solo poco tempo di riposo. Siffatto periodo decadico comparato colla distribuzione topografica, è, mi pare, un valido argomento a dimostrare che quell'apparire il massimo sismico ora in un luogo ed ora in un altro, non è casuale nè procedente da azioni endogene locali, ma da una causa comune e diffusa in grande estensione. Sembra appunto che per la vastità della causa sia un nulla la vastità dell' intiera penisola italiana e che perciò lo sfogo della attività avente una legge più o meno definita nel tempo, urta poi quasi fortuitamente l'uno o l'altro punto della terra italiana. Concorda con questo concetto l' idea sopra riferita del Serpieri che considerava la frequenza e la mobilità dei terremoti di Romagna del Gennaio come effetti dell' urto di onde d'un mare burrascoso. Ma io non voglio qui entrare a discutere la causa del terremoto nè le relazioni di essa con i focolari vulcanici. Considero soltanto i dati della topografia, e del periodo dei terremoti.

A questi due dati sembrami poter aggiungere una terza considerazione per far un poco di luce sopra un altro punto tuttora controverso. L'analisi ora fatta ci dimostra che tutti i terremoti da noi risentiti in Italia sono collegati fra di loro ed appartengono ad un sistema medesimo ed unico di azioni endogene. I nostri terremoti per la massima parte sono di quelli che sogliònsi chiamare perimetrici o vulcanico-perimetrici perchè urtano una limitata regione più o meno prossima e legata coi vulcani. Ma fra i terremoti spettanti al periodo analizzato parecchi ebbero tale estensione e furono tanto risentiti an-

che fuori dell'Italia, che sembrano appartenere all' altra classe dei terremoti detti tellurici. Dunque per lo meno ne dovremmo inferire che il terremoto tellurico può far parte del periodo dei terremoti perimetrici. Ma gli stessi terremoti perimetrici mi sembra che potrebbero dirsi tellurici quando o la medesima scossa senza muovere una vasta estensione di paese nè fa tremare contemporaneamente più punti lontanissimi fra loro , ovvero quando molte scosse vicine nel tempo ossia a brevi intervalli urtano luoghi distantissimi nel giro di poche ore. Se dunque il terremoto tellurico sta nel periodo col perimetrico e se il perimetrico vola libero nell'area del tellurico dentro un giro di ore tanto breve da unificarne il fenomeno, dovremo concludere che scomparisca la divisione proposta in tellurico e perimetrico per ciò che riguarda la causa e natura del fenomeno. Non perciò sarà inutile quella classificazione nel frasario geologico per indicare un terremoto di grande o di piccola estensione. Ossia come diciamo forte o debole uno scuotimento , e lo diciamo pure esteso o limitato perciò che riguarda l'area agitata, lo potremo dire anche tellurico per vastissimo e perimetrico per regionale. Ma la natura e la causa del terremoto sarà mai sempre una, qualunque sia la vastità e la qualità della regione tremante. Concludo con un esempio parlante. Il terremoto del 6 Maggio fu estremamente perimetrico e debole. Fu però sentito all'ora stessa a Cosenza e ad Anagni; due punti adunque assai lontani dell'Italia sentivano ciascuno un terremoto perimetrico. Questo terremoto perimetrico evidentemente apparteneva ad un gruppo di terremoti perimetrici che fra il 4, 5, 6 e 7 Maggio viaggiarono quasi tutta la penisola. Intanto in quei medesimi giorni tremava violentemente l'Asia minore con terremoti perimetrici e tellurici che distruggevano 2000 vite umane. Potè esser fortuita la coincidenza fra i moti dell'Asia minore e dell'Italia ? o potremo dire perimetrica un azione che comprende l'Asia minore e l'Italia nello stesso massimo sismico ? Una statistica bene classificata sopra i terremoti di tutto il mondo alla quale io già lavoro da più anni potrà dimostrare doversi dire tellurico nella natura e nella causa ogni minimo terremoto che urti anche debolmente solo pochi chilometri quadrati di superficie.

DELLA REALTA' DEI MOTI MICROSISMICI ED OSSERVAZIONI SUI MEDESIMI FATTE NELL'ANNO 1873-1874 NEL COLLEGIO ALLA QUERCE PRESSO FIRENZE.

MEMORIA

DEL P. D. TIMOTEO BERTELLI B.

Quando nello scorso anno ebbi l'onore di presentare all'Accademia le Osservazioni Microsismiche (1) ed alcune principali deduzioni, che dalle medesime e da altre fatte fin dal 1870 si potevano derivare, non omisi di aggiungere alcuni fatti e considerazioni, affine di rimuovere quelle obiezioni, le quali da uno scienziato ben conosciuto mi erano state mosse contro. Ora sebbene le 5500 osservazioni dell'anno meteorico consecutivo (1873-1874) non abbiano fatto che stabilire vieppiù ed estendere quanto ho già asserito altre volte, ed oltre a ciò una luminosissima conferma si sia aggiunta alle medesime dall'intima connessione ed accordo che si è trovato fin'ora fra le osservazioni mie e quelle di parecchi altri Osservatori d'Italia, come già egregiamente fu esposto non ha guari in questo Consesso dal chiarissimo nostro Collega il Prof. Michele Stefano De Rossi (2), tuttavia reputo

(1) *Osservazioni microsismiche . . . per l'anno meteorico 1873, e risposta ad alcune obiezioni intorno alle medesime* — Atti dell'Acc. Pont. de' Nuovi Lincei Sess. VII del 5 Luglio 1874.

(2) *Primi risultati delle Osservazioni fatte in Roma ed in Rocca di Papa sulle oscillazioni microscopiche dei pendoli. Esperienze e ragionamenti del Cav. Prof. Michele Stefano De Rossi.* — Atti dell'Acc. Pont. de' Nuovi Lincei Sess. II^a^ del 24 Genn. 1875 pag. 168 e seg. — Veggasi ancora l'importantissima pubblicazione periodica del medesimo: *Bullettino sul Vulcanismo italiano,* e specialmente il primo fascicolo dell'anno corrente 1875. I fatti rilevantissimi con tanta sagacia da lui prodotti e discussi, mettono ormai del tutto fuori di dubbio a chiunque l'esistenza dei moti microsismici. Inoltre alcune recenti sue osservazioni e deduzioni fanno sempre più intravedere il grande vantaggio che la Fisica terrestre può attendersi da questi studii, ai quali tante volte in passato richiamai l'attenzione degli scienziati (V. *Armonia* 16 Dic. 1871, 4 Gen. 1872 ecc., ed i Bullettini Meteorologici del P. Secchi e del P. Denza, e specialmente il Bullettino del Vulcanismo 1874 ecc. Ora poi mi gode l'animo nel vedere il favore sempre crescente col quale sono accolte ed abbracciate queste ricerche.

Infatti oltre questa stazione di Firenze e quelle del Prof. De Rossi a Roma e Rocca di Papa, del C.^e^ Ant. Malvasia a Bologna, del Prof. Luigi Guidi a Pesaro, del Prof. Don Ignazio Galli a Velletri, del Prof. Domenico Conti a Cosenza, colle quali già corrispondiamo e ci troviamo in accordo, avremo fra breve anche le osservazioni del Prof. G. Berti a Camerino, e del Prof. G. Bellucci a Perugia. Oltre a ciò parecchi di codesti apparecchi tromometrici, i quali,

assai opportuno anche in quest'anno il premettere alla esposizione dei fatti osservati la discussione sulla realtà dei moti microsismici. Infatti oltrechè l'anno scorso per ristrettezza di spazio e di tempo non potei esaurire la materia in diversi punti, ora mi è d'uopo di più accuratamente esaminare la questione delle differenze di temperatura, giacchè in esse il Prof. Monte, come ho veduto in un articolo che mi ha favorito (1) e con lui un altro Fisico, ripongono la massima importanza a fine di mettere in chiaro la realtà e la natura dei moti microscopici pendolari.

Pertanto mentre io ringrazio sinceramente i miei oppositori che condotti egualmente dall'amore della verità e dell'avanzamento della scienza, mi porgono così occasione di sviluppare e stabilire i fatti e le induzioni da me e da altri proposte, debbo domandare venia a voi, illustri Accademici, e a tanti chiarissimi fisici, se mai la discussione minuziosa che ora sono per intraprendere potesse parere superflua e grave. Il campo delle nostre ricerche, benchè tante volte tentato (2), si può dire ancora novello; esso è, a mio credere, come tante volte ho detto, fecondissimo per la Fisica terrestre, ma è necessario altresì, acciocchè molti vi entrino a coltivarlo, che ciascuno da se si persuada vieppiù, che nel medesimo si può camminare sicuro, senza faticare indarno dietro vane illusioni. Le dubbiezze rimaste ancora in passato sono forse state la ragione per la quale non ostante le molte prove più volte prese e poi abbandonate e ripigliate, la questione sia rimasta fino a questi ultimi tempi per molti o fallace o dubbia, o per lo meno scientificamente indecisa. Pertanto dividerò questo scritto in due parti; nella prima delle quali confermerò la realtà dei moti microsismici, sia col rispondere ad alcune obbiezioni, sia coll'addurre altre prove: nella seconda

---

d'accordo fra me ed il Prof. De Rossi, si sono ridotti eguali per tutti ed assai semplici ed economici, si stanno costruendo per altre stazioni, come per l'Osservatorio di Siena, per quello di Moncalieri e per altri dell'alta Italia, dietro domanda del P. Denza stesso, al quale, come all'illustre Prof. De Rossi, esprimo qui con piacere la mia viva gratitudine di aver sempre favorito e validamente coadjuvato fin da principio i miei studii microsismici; e così a S. E. il Principe D. Baldassarre Boncompagni, all'illustre Presidente e a tutti i nostri egregii Accademici, al Sig.r C.e Ant.o Malvasia e tutti i Direttori degli Osservatori, che ho detto, e agli altri i quali hanno offerto volonterosi l'opera loro a queste ricerche.

Quindi io nutro la speranza che quelli stessi che in passato non hanno diviso le nostre opinioni, alla fine, per l'amore stesso della scienza, dal quale unicamente erano mossi nell'opposizione, diverranno quandocchessia nostri cooperatori, somministrandoci intanto i fatti da loro osservati.

(1) Questo articolo, in data del 24 Gen. 1875, è intitolato: *Fallacità dei sismometri isolati.*

(2) V. i miei *Appunti storici intorno alle ricerche sui piccoli e spontanei moti dei pendoli fatte dal Sec. XVII in poi.* — Estratto dal Bullett. di Bibliogr. e Storia delle Scienze Mat. e Fisiche. T. VI, Gen. 1873.

recherò le Osservazioni dell'anno 1873–1874, ritoccando ancora appena alcuni fatti a maggiore conferma della prima parte.

PARTE I.ª

Della realtà dei moti microsismici.

Innanzi di por mano ad esaminare la questione termica, che ho detto sopra, debbo rimuovere un grave ostacolo, il quale forse potrebbe impedire che taluno in questa discussione mi seguisse, come vorrei, con animo riposato e con mente libera da prevenzioni.

E questo impedimento si è l'autorità di un chiarissimo sismologo, il Prof. L. Palmieri, Direttore dell'Osservatorio Vesuviano, il quale riguardo ai piccoli moti sismici, che egli pure osserva nei suoi ingegnosissimi istrumenti, non ammette però che fra essi ve ne siano di microscopici, attribuendo soltanto (a quanto parmi) questi ultimi alle stesse ragioni accidentali e al tutto esogene, le quali già in altri tempi arrecate, sono state recentemente con altre esperienze rimesse in campo dal Prof. Monte a Livorno. Queste cause di vibrazione, secondo il medesimo, come dissi altra volta, sarebbero, i moti meccanici locali, o quelli prodotti dal vento sul fabbricato e sul suolo, o che nascono da movimento interno dell'aria per disequilibrio di temperatura e specialmente (da ultimo) (1) dalle vibrazioni termiche della fabbrica, degli strumenti, e del suolo circostante, nonchè da azioni chimiche nel terreno a poca profondità ed a squilibrio sotterraneo di pressione idrostatica ecc. Infatti in una Memoria letta all'Accademia Pontaniana di Napoli ed intitolata: *Il sismometro portatile* (Napoli stamperia dell'Università – 1874) descrivendo il Palmieri la forma del suo ingegnosissimo ed utilissimo apparecchio (2) a

(1) Vedi l'articolo sopra citato.

(2) Sono già ben noti a tutti gli importantissimi servigii resi alla scienza da questo illustre sismologo per mezzo de'suoi apparecchii. Però nell'encomiarli assaissimo, come io fo ben di cuore, non intendo togliere il loro pregio a tanti altri sismometri o elettrici in parte, o puramente meccanici, i quali sia in passato sia anche di recente sono stati proposti. Infatti essendo spesso il moto sismico così complicato e bizzarro tanto in se stesso, che nella sua manifestazione grafica ottenuta per via di pendoli o di altro mezzo col quale il moto sismico *si compone*, bisogna pur convenire essere assai difficile, per non dire praticamente impossibile, ottenere con qualsivoglia istrumento, chiari, distinti e precisi tutti quanti gli elementi del moto sismico, i quali pure sarebbero utilissimi alla Scienza. A ciò si aggiunga l'altra difficoltà anche fortissima del costo notevole di istrumenti più perfetti, ma più complicati, la quale impedisce alla maggior parte degli osservatori di procacciarli. Quindi per le ragioni esposte parmi sia cosa assai commendevole che alcuno per via di mezzi più semplici ed economici riesca a raccogliere, sia pure più o meno perfettamente, almeno qualcuno, se non tutti i dati molteplici che occorrerebbero alla scienza, purchè

pag. 6, dice che questo: « permette al pendolo di compiere senza toccare il mercurio, quelle piccole oscillazioni tanto accuratamente studiate dal P. Bertelli, e dal Monte, il quale « *a ragione le reputa indipendenti dalle* » *agitazioni del suolo.* »

Quest' ultima espressione mi fa temere che il chiarissimo autore, quando pubblicò questa sua Memoria, non avesse ancora ricevuto la mia (1), nella quale rispondeva alle difficoltà del Prof. Monte; altrimenti debbo supporre o che le prove da me recate, sebbene a tutti quegli scienziati, ai quali le ho comunicate siano sembrate convincenti, non siano tali pel Prof. Palmieri, o che egli abbia altri fatti in opposizione alle mie conclusioni. Ma poichè di questi non trovo cenno nella Memoria citata, e quivi d'altra parte parlando del suo apparecchio (2), soggiunge che la maniera di pendolo da lui usato « va esente dalle minime vibrazioni del pendolo ordinario, studiate, come » dissi, dal P. Bertelli e dal Monte, » ed appresso « che quando il suolo » è agitato anco da moti leggerissimi, le vibrazioni degli apparecchi . . . » disopra descritti sono sempre più o meno cospicue, *ma non microscopi-* » *che* » ritengo che questa ultima circostanza appunto della mancanza cioè di moti microscopici nei suoi pendoli, abbia influito, almeno come prova negativa discordante, a fargli abbracciare l'opinione che i detti moti microscopici non siano di origine endogena, ma bensì accidentale e locale.

Ora se ciò fosse, mi pare di potere facilmente, coll'appoggio di molte esperienze da me fatte in passato, spiegare quest'apparente anomalia, della quale già alcune ragioni sono state accennate in altre mie pubblicazioni precedenti; ed allora non solo nei fatti osservati da me e dal Palmieri non vi sarebbe nemmeno la piccola divergenza che ho detto, cioè non altro che dal più al meno, ma saremmo anzi quasi perfettamente d'accordo (3). Tanto più se si riflette

---

non si pretenda di estendere il valore di essi al di là di quello, che l'apparecchio consente. Altrimenti lasciando il buono per non poter aver l'ottimo, la scienza stessa resterebbe priva del tutto di molte utili osservazioni, il valore delle quali s' accresce d'assai dal venir le medesime raccolte in molti e diversi luoghi.

(1) *Osservazioni microsismiche* ecc. (V. sopra pag. 1, nota (1)): l' *Estratto* non venne pubblicato se non parecchio tempo dopo la presentazione della Memoria all' Accademia.

(2) Memoria citata, pag. 6, lin. 16.

(3) L' unica discrepanza sarebbe in ciò, che questi minimi moti invece di essere quasi sempre esclusivi al Vesuvio e sue adiacenze, come si riteneva, sarebbero invece non di rado abbastanza percettibili anche altrove, almeno coll'aiuto del microscopio. D' altra parte, (come ottimamente osservò il Prof. De Rossi nell'ultima sua Memoria citata (*Primi risultati*) e nelle tavole comparative in fine di essa, la coincidenza tante volte verificatasi fra i moti sismici Vesuviani notati dagli istrumenti del Palmieri, e le agitazioni microscopiche dei pendoli delle nostre stazioni le quali pure sono poste a tanta distanza una dall'altra ed in così diverse condizioni, ci conducono

che io comprendo sotto il nome di microsismiche anche quelle oscillazioni del pendolo, le quali, sono pure visibilissime ad occhio nudo, sebbene di queste altresì io mi sia proposto di studiare accuratamente la direzione e l'ampiezza per mezzo del microscopio.

Queste oscillazioni, benchè visibili, le ho chiamate *microsismiche* solo per la ragione che esse, come dice anche il Palmieri, non sono avvertite da alcuno se non per mezzo di delicati istrumenti sismometrici, ed ho riunite pure alle medesime quelle oscillazioni *relativamente* assai più piccole, le quali non si vedono se non per mezzo del microscopio munito di divisioni micrometriche. Ora sebbene di queste ultime ancora io tenga esatto conto nelle osservazioni, pure riguardo alle principali deduzioni, che ho prodotto nelle passate Memorie e Relazioni, mi sono ristretto soltanto a quelle un po' più notevoli (comprese fra $^1/_{10}$ ed $^8/_{10}$ di millimetro, ossia in valore angolare fra 6″ e 48″) le quali si scorgono anche ad occhio semplice, e che forse lo stesso Palmieri potrebbe vedere nei suoi pendoli. Il professor Monte invece sostiene che tutte in generale le osservazioni microsismiche, sulle quali io mi sono appoggiato affine di dedurre le mie conclusioni, siano dovute a cause affatto estranee al moto sismico, e con ciò egli si trova ben più di me in opposizione colle osservazioni stesse fatte dall'illustre professor Palmieri.

Ma checchè ne sia di ciò, innanzi tutto bisogna convenire che l'avere una oscillazione minore nel pendolo, e così pure il non averne talora affatto anche in uno stesso luogo e per un medesimo moto microsismico, può dipendere in parte dalla diversa natura del pendolo, ed in parte dalla varia velocità, composizione, risoluzione o collisione di moto che avviene sia nel suolo sia nelle parti vibranti degli strumenti stessi, quando rapidamente si succedono diverse impulsioni angolari, e secondo che queste sono sincrone o dissincrone o più o meno cospiranti o contrarie. Ma poichè di queste cause di eterogeneità nelle manifestazioni microsismiche, nello stesso luogo o in luoghi diversi anche a piccola distanza, ne ho già parlato altrove (1), ora mi restringo soltanto a

naturalmente ad attribuire a codesti moti la medesima origine endogena che il Palmieri assegna ai suoi, benchè più sensibili. Che se gli altri minori o microscopici non appariscono a' suoi istrumenti, come sembra volere dedurre dalla quiete di quello dell'Università di Napoli, mentre talora è agitato quello del Vesuvio, ritengo che si possa ricercare piuttosto che altrove la ragione di ciò nell'istrumento stesso, come fra poco dirò.

(1) V. la discussione del mio Tromosismometro, e le Osservazioni Microsismiche dell'anno Meteorico 1872—1873. Nel famoso terremoto di Rimini del 18 Marzo 1875 anche per luoghi vicini nell'interno della città e sue adiacenze, e così in un paese intermedio fra Rimini e Cesenatico, la scossa presentò effetti di intensità sismica diversissimi, i quali, parmi, non si possano spiegare che per mezzo di collisioni e rinsacchi successivi dell'onda terrestre, cioè a nodi e ventri di vibrazione.

ricordare quanto già notai nella descrizione del mio *Tromosismometro* pag. 6, nota (3) dell'Estratto (Atti dell'Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei Sess. III. 22 Febbraio 1874), giacchè parmi che ivi sia compendiato quanto nel caso presente importa dimostrare. Ecco pertanto quanto ivi notai: « In questi mi- » nimi moti ogni più piccolo impedimento (anche la stessa coesione ed ades- » sione dei liquidi come ho sperimentato) è nocivo, trattandosi di un numero » grandissimo di moti microscopici successivi, per ognuno de' quali si ripete » l'ostacolo, per quanto tenue esso sia. » A queste parole conviene che io aggiunga ora qualche maggiore dichiarazione:

Quando nel 1871 ideai il *Tromosismometro* (1), acciocchè il medesimo servisse ancora come organo elettroscrivente per un telegrafo di Morse, disposi verticalmente sotto il pendolo una sottilissima punta di platino la quale ordinariamente si trovasse a contatto continuo con una gocciolina di mercurio, in modo però che il circuito elettrico non fosse sempre chiuso, ma ciò seguisse solo al momento di una qualche scossa; il che ottenni per mezzo della caduta di un ago sostenuto per azione magnetica sopra il mercurio contenuto in un serbatoio e facente parte del circuito stesso (2). La gocciolina di mer-

(1) Di questo Istrumento non fu terminata la costruzione se non nel 1872, e di esso soltanto io mi servo anche al presente per lo studio dei moti microsismici. L'anno appresso cercai di migliorare tutti i miei istromenti sismometrici nell'occasione che il sig. Conte Antonio Malvasia di Bologna, passionato e benemerito cultore di questi studi, mi pregò di fargli costruire un modello dei medesimi, i quali io compresi poi sotto il nome di *Tromosismometro*. Questo unico modello che finora trovasi unicamente presso il suddetto sig. Conte Malvasia, fu compito soltanto nel Giugno del 1874, e dal 9 Luglio in poi viene regolarmente osservato dal medesimo. Aggiungo però, giacchè se ne porge l'occasione, e solo come nota storica, che un altro sismometro elettroscrivente, (ma per le sole scosse di terremoto, anche consecutive) e diverso da quello del Palmieri, che io ancora non conosceva, fu già molti anni fa da me ideato, (Gazzetta di Bologna n.° 95, 28 Aprile 1857) e fatto costruire e poi dopo molto tempo pubblicato nel 1859 insieme col *Registratore Meteorologico* — Bologna — Tip. dell'Ancora — 1859. Fra i molti che ne videro ed approvarono cortesemente i primi modelli, benché non ancora compiuti, mi é grato nominare l'illustre Presidente di questa nostra Accademia, il quale a tal fine venne a visitarmi a Bologna nell'Ottobre del 1858.

(2) Un cilindretto magnetico (terminato in punta al di sotto, ed a gruccia al di sopra a fine di impedirne la caduta totale) è contenuto (come entro una guaina) nella cavità assiale di una vite, la quale è sotto il pendolo dell' Isosismometro. Quando il pendolo è fermo l'ago da cucire pende verticalmente in alto dalla punta del cilindretto magnetico ed in basso sta introdotto nel foro di un tubetto, che superiormente contiene (entro piccola cavità) una gocciola di mercurio, la quale è in comunicazione metallica con un serrafili. Il tubetto poi mette capo inferiormente ad un piccolo serbatoio di vetro, il fondo del quale è mobile per mezzo di una vite; con questa si regola a piacere l'altezza della superficie del mercurio che vi è contenuto, e che trovasi pur esso in contatto metallico distinto con un altro serrafili. Quindi è chiaro che qualora la punta del pendolo dell'Isosismometro si sposta menomamente rispetto al vertice dell'ago da cucire, questo, distolto dal contatto magnetico, ricade in basso, e così chiude il circuito fra i due serrafili che ho detto, e col filo di sospensione del pendolo del Tromometro, col piede di questo, coll'apparato telegrafico ecc. Così quest'ultimo pendolo entrando ed uscendo colla punta (durante la vi-

curio, che ho detto, corrisponde verticalmente sotto alla punta del pendolo ed al centro di una graduazione circolare nel piede dell'istrumento, orientata secondo i rombi dei venti, e sulla quale scorre circolarmente un'alidada portante il microscopio. Questo è fornito di divisioni micrometriche in decimi di millimetro. Oltre la vetrata esteriore che chiude esattamente tutti gli apparecchi sismometrici e la colonna stessa alla quale sono sospesi i pendoli, il *Tromometro* è ancora riparato (internamente alla custodia comune) da una altra vetrina sormontata da un tubo, entro il quale passa il filo di sospensione. Di questo ultimo fa parte una spirale, la quale serve a riconoscere i moti sussultori anche microscopici. Quanto alle oscillazioni orizzontali, esse si osservano nei diversi piani della rosa dei venti, girando il microscopio per mezzo di due cordoncini di seta, i quali per un forellino della custodia riescono al di fuori; sicchè, senza aprir la medesima, si guarda attraverso i vetri di essa l'oculare (1). Sull'alidada, ed al di là della punta di platino unita al pendolo, è fissata verticalmente una striscia di cartoncino bianco, il quale, rischiarato insieme colla punta suddetta da una lanterna, tenuta esteriormente a mano, fa sì che si distingua bene tanto la punta quanto le divisioni micrometriche. Queste sono incise col diamante sopra un vetrino posto internamente al microscopio ed al fuoco dell'oculare del medesimo.

Premesse queste considerazioni, le quali però erano necessarie alla conoscenza dei fatti che ora sono per esporre in conferma di quanto sopra ho asserito, ecco quanto notai rispetto all'influenza del contatto della gocciolina di mercurio che ho detto sopra, sui moti microscopici del pendolo del Tromometro. Quanto ai piccoli moti del pendolo, quelli cioè che in valore angolare non arrivano a 6'', nel mio pendolo (il quale pesa chilogrammi 3,900 ed è lungo metri 3,30) essi restano elisi in breve tempo, quando si rialza la gocciolina di mercurio, fino al contatto della punta di platino. Però prima

brazione terrestre) dal contatto della sua gocciolina di mercurio, produce diverse impressioni sulla carta telegrafica, delle quali le sismiche sono più approssimate, perchè compiute in tempo più breve, mentre quelle dovute alla naturale oscillazione residua e posteriore del pendolo, sono più distanti, essendo questo pendolo lungo più di tre metri, e quindi tardo nelle sue escursioni. Mi si perdoni questa lunga digressione, la quale ho messa non già per proporre a modello questa prima forma di Tromosismometro che adottai, avendo io stesso riconosciuto, dietro lunghe prove ed in diversi casi di terremoti, i miglioramenti che potrebbero recarsi a queste e ad altre parti di questo Istrumento, e fra le altre quella stessa di ridurre a menisco concavo o annulare (come benissimo ha pensato il Palmieri) la gocciolina di mercurio, ma solo ho voluto esporre i mezzi da me seguiti nello sperimentare per intelligenza di quanto sono per dire.

(1) Nel Tromosismometro ultimamente costruito assai meglio e più comodamente si fa l'osservazione senza alcuno spostamento del microscopio, giacchè per mezzo della riflessione di un prisma rettangolo, si veggono simultaneamente in tutte le direzioni i moti della punta del pendolo, come se questo fosse orizzontale.

che il pendolo si fermi del tutto, osservando col microscopio la gocciolina di mercurio si vede questa piegarsi, deprimersi, e poi rialzarsi ad ogni passaggio della punta oscillante, e nell'atto che essa si stacca dalla gocciolina di mercurio, questo fa coda, come si suol dire, e rimane aderente a guisa di velatura al filo di platino; oltrechè forma in basso sul vertice della punta di esso un minimo ricasco. Intanto l'oscillazione sempre più si serra ed impiccolisce finchè il pendolo si ferma del tutto: se allora per mezzo della vite del serbatoio già descritto, si ricala la gocciolina, interrompendo così il contatto della punta del pendolo col mercurio, quello a poco a poco ripiglia il moto, benchè esso non ritorni all'ampiezza di prima, se non nello spazio di circa mezz'ora, quando cioè il moto microsismico è debole, come ho supposto finora (1). Il medesimo risultato si ottiene per quante volte se ne ripeta la prova. Che se in vece questa esperienza si fa durante i periodi di moto microsismico notevole, nemmeno col contatto della gocciolina di mercurio si arriva a spegnere il moto oscillatorio del pendolo, ma soltanto esso si restringe ed indebolisce; benchè tolto poi di nuovo il contatto, il medesimo ripiglia la sua forza, ed assai più presto che nel primo caso. Dopo aver fatto queste prove le centinaia di volte anche in presenza di altri e per loro mezzo, mi sono dovuto accertare di quanto ho sopra asserito, cioè che la debole forza di adesione e di coesione del mercurio era sufficiente a togliere o almeno a diminuire le oscillazioni microsismiche, benchè in un pendolo tanto lungo e pesante. Nè di ciò parmi altra ragione si possa addurre se non che essendo i minimi moti oscillatorii pendolari numerosissimi, quelle debolissime resistenze si sommano per produrre un effetto, il quale, a prima vista si direbbe sproporzionato alla sua causa. Parimenti ho osservato che il medesimo fenomeno si produce pure in altri pendoli anche di maggior massa e lunghezza, quando sotto di essi si mette una punta di ago la quale appena sfiori la polvere o di mattoni o di steatite, e allora solo il pendolo ripiglia i suoi moti ordinari quando col suo lungo tennare nei movimenti oscillatorii un po'più grandi, esso sia riuscito a formarsi al di sotto della punta una piccola cavità. Fu da questa circostanza appunto che presi anch'io l'idea di ridurre la gocciolina di mercurio a forma concava o annulare (come ora veggo prati-

---

(1) Il Prof. Can.° Pietro Parnisetti, Direttore dell'Osservatorio del Seminario di Alessandria in Piemonte, al quale dobbiamo le prime e più importanti ricerche fatte in passato in Italia sulla realtà dei moti microscopici pendolari, osservò già il fatto che ho indicato: egli si serviva appunto dell'immersione ed emersione della cuspide del pendolo nel mercurio per fermare o rilasciare il pendolo per ogni serie di esperienze. (V. i miei *Appunti storici* ecc. Estratto dal Bullett. di Bibl. e di Storia delle Scienze Mat. e Fisiche, T. VI. Gen. 1873 pag. 36. — *Cosmos* ecc. T. VIII p. 503).

cato dal Palmieri nel suo *Sismometro Portatile*), introducendo nel foro una punta fissa, ciò che poi non ho eseguito finora, aspettando un' opportunità per far questa ed altre modificazioni. Pertanto essendo io sicurissimo dell'impedimento reale che esisteva nei moti microscopici del pendolo pel contatto della punta col mercurio, cominciai prima di tutto a sopprimere nel Tromometro questo contatto durante il giorno, e poi del tutto anche durante la notte, supplendo in altra maniera per la indicazione del telegrafo in caso di terremoto (1). Ma qui alcuno potrà pensare: a che tutto ciò a proposito dei pendoli usati dal Prof. Palmieri nel suo sismometro portatile, essendo in questo la punta di platino ordinariamente fuori del contatto del mercurio? Vi ha forse in questi pendoli una simile od altra cagione che possa smorzare le minime vibrazioni, che pur si comprendono sotto il nome di moti microsismici? Io ritengo che sì, e che essa sia specialmente l'attrito sul loro fulcro riguardo alla tenue *quantità di moto* di quei piccolissimi pendoli. In fatti nel pendolo rovescio usato dal Palmieri la massa pendolare riesce al disopra dei punti di sospensione, i quali comunque siano disposti (giacchè ciò non si rileva chiaramente dalla figura) sia pure con metodo simile a quello dei pezzi mobili dell'apparecchio elettrodinamico di Ampere, è indubitato che tanto per la pressione della massa pendolare superiore sul fulcro, quanto, in quest'ultimo caso, per quella specie di viscosità prodotta dalle attrazioni molecolari del mercurio stesso, che ho accennato sopra, gli ostacoli alla libertà del moto sarebbero maggiori che non sono nel caso mio, avuto riguardo specialmente, come ho detto, alla piccola *quantità di moto* che può essere sviluppato da un pendolino leggero e che in lunghezza forse non giunge a 30 centimetri (2). Perciò non pure sono persuaso che i moti microsismici più piccoli non vi appariscano, ma ritengo di più che quelli stessi i quali supe-

(1) Non sarà inutile ch' io esponga qui, a proposito di questi studii, un'altra osservazione, della quale sinora non m' era mai venuto in acconcio di parlare. Nel togliere e rimettere la gocciolina di mercurio a contatto colla punta del pendolo, m'accorsi che, in seguito alla scintilletta d'induzione elettromagnetica della corrente, la punta del pendolo, osservata al microscopio (la quale prima era quieta affatto anche in senso orizzontale) prendeva poco appresso moti oscillatorii puramente verticali e visibilissimi, corrispondendo essi, in media ad una mezza divisione del micrometro ($0^{mm}.05$). Questa prova, ripetuta poi molte volte con identico effetto, mi consigliò per ogni maggior cautela a sopprimere il passaggio della corrente per il pendolo. Inoltre ciò mi decise a fare altresì molte prove riguardo alla possibile influenza dell' elettricità atmosferica, nonchè di quella che potesse svilupparsi istantaneamente per induzione, al rapido avvicinarsi di una persona dall'istrumento. Stabiliti e poi interrotti alcuni opportuni contatti dell'apparecchio col suolo, per mezzo di una piastra metallica profondamente sepolta, e ciò molte volte e anche durante i temporali e la caduta di fulmini a non molta distanza da noi, mi sono convinto che nessun moto discernibile si aveva, il quale potesse attribuirsi alle dette cause.

(2) La scatola che contiene tutti gli apparecchi è alta 40 centimetri.

rano alquanto i 6'' in valore angolare difficilmente possono esser segnalati. Infatti non solo per le ragioni dette e per la brevità del raggio dell'arco d'oscillazione di codesti pendolini, difficilmente potranno scorgersi tali piccoli moti, ma di più, quand'anche vi fossero abbastanza sensibili, essi, per legge meccanica ben conosciuta, non potrebbero durare che brevissimo tempo (1), e quindi tornerebbe assai difficile il sorprenderli nel momento che si producono, richiedendosi perciò un' assidua e quasi continua osservazione, e che inoltre questa fosse fatta nei periodi di forte agitazione, come per esempio, in occasione dei rapidi abbassamenti barometrici o nell' approssimarsi di un terremoto, (2). Perciò sebbene i pendoli corti liberamente sospesi siano utilissimi come avvisatori per quelle circostanze e per quelle località nelle quali la vibrazione sismica è celere, avendosi allora aumento di moto, secondo le belle teorie ed esperienze del P. Cavalleri (3), pure nello scegliere una lunghezza pendolare per i nuovi osservatorii microsismici, ho convenuto col Prof. De Rossi, in seguito alle sue importantissime esperienze ed ottime riflessioni, di proporre un valore mediocre per detta lunghezza, e di attenerci in tutto alla forma più semplice possibile la quale soddisfaccia alle principali esigenze della scienza, ed alla facilità di propagare lo studio dei moti microsismici, essendo di pochi il potersi provvedere di apparecchi più complicati e costosi. A conclusione di queste osservazioni noterò da ultimo che pei moti microsismici è necessaria la massima possibile mobilità in ogni direzione azimutale pei pendoli nella loro sospensione, per la ragione che le impulsioni del

---

(1) Per questa ragione, come ognun sa, nell' esperienza di Faucault, a fine di conservarne lungamente il moto, si usa di un pendolo lunghissimo e di una palla assai pesante.

(2) Secondo che ho già esposto molte altre volte, si ha talora, ma di rado, agitazione microsismica anche nei periodi di mediocre e alta pressione del barometro, in occasione di veri terremoti anche lontani ecc. ma è vero altresì, come farò vedere di nuovo con una tavola comparativa nella seconda parte di questa memoria , che quasi sempre all'abbassarsi del barometro trovasi o concomitante e immediatamente conseguente un' agitazione microsismica, ma non sempre vedesi in ciò coincidenza di ore e di *massimi* e *minimi*; più spesso anzi vi è un ritardo nel moto microsismico. Da parecchie osservazioni pubblicate già dal 1872 in poi, parmi poter dedurre che si debba tenere piuttosto un'anomalia il non apparire questa agitazione nei forti abbassamenti nel barometro, (cioè di 5 o più millim. sotto la *media annuale locale*) e che ciò segua quando l'attività endogena si mostra localizzata altrove sia per terremoto sia per eruzioni vulcaniche. L'alternarsi di questi due ultimi fenomeni è cosa conosciutissima in Italia, in America ed altrove, ed il chiarissimo Prof. Stoppani ne parla diffusamente nel suo Trattato di Geologia, e non fa meraviglia che ciò pure intervenga pei moti microsismici, qualora però essi non abbiano luogo per semplice comunicazione vibratoria di una scossa altrove seguita. Sul fenomeno della quiete microsismica in occasione dell'eruzione del Vesuvio richiamai già l'attenzione dei fisici nelle relazioni mensili di Aprile e Maggio 1872 (V. *Armonia*) e poi altre volte in appresso.

(3) V. *Osservazioni microsismiche* ecc. Estratto dagli Atti dell' Accad. Pontificia de' Nuovi Lincei, Sess. VII. 1874, pag. 4ª—6 e pag. 37 e seguenti.

moto terrestre si succedono spesso in piani diversi (1); talchè se in alcuno di questi piani si trovasse qualche impedimento nel fulcro, l'oscillazione pendolare ne potrebbe venire alterata, diminuita o anche distrutta.

Rimossa la difficoltà che poteva sorgere dalla prova negativa somministrata dai pendoli del *Sismometro Portatile* del Prof. Palmieri, passiamo ora ad esaminare la quistione termica ultimamente rimessa in campo dal Prof. Monte a Livorno, sebbene gli argomenti che recai l'anno scorso siano sembrati generalmente ai fisici, che io conosco, abbastanza validi (2), tuttavia a trattare più minutamente e scrupolosamente la presente questione riduco la medesima ad alcuni punti principali. Ora io dico primieramente che se le variazioni di temperatura fossero causa delle oscillazioni microscopiche dei pendoli, anche nel caso che questi siano isolati come il mio quello del Prof. De Rossi nella grotta di Rocca di Papa e quello del Cav. Malvasia a Bologna, bisognerebbe che, come a Livorno, anche nel caso nostro, tosto o poi si trovasse una qualche proporzionalità, o almeno qualche relazione fra i salti maggiori di temperatura ed il moto tromometrico.

Ora questa relazione non esiste punto per nessuno dei tre Osservatorii che ho detto e nemmeno per gli altri di Roma, Pesaro, Velletri, Camerino, Cosenza ecc., dunque il fatto stesso, oltre altre ragioni, ci conducono ad

(1) Questo fenomeno, del quale ho già parlato altre volte, non è stato osservato soltanto da me, ma viene ora confermato dalle importantissime osservazioni del Prof. De Rossi, non che da quelle del sig. Conte Malvasia di Bologna. Del resto esso non è alla fine che la stessa forma dinamica (colla quale si succedono ordinariamente le diverse scosse di un medesimo terremoto, come le tante volte ho veduto, ma in dimensioni minori).

(2) Il sig. d'Abbadie fra gli altri nella sua relazione all' Accademia di Parigi sulle mie Osservazioni microsismiche per l'anno meteorico 1872—1873 (Comptes Rendus-Séance du Lundi 15 Mars 1875) fra le altre cose dice: « Il s'attache d'abord à réfuter ceux qui ont voulu, mais toujours vaguement, expliquer les phenomènes par des courants d'air, des mouvements thermiques etc.. ou par des chois accidentels dans les voisinages de l'observatoire. Plusieurs de ces » objections ne peuvent s'appliquer aux observations que j'ai faites dans le même but au moyen » d'une sorte de pendule optique, c'est a dire la reflexion d'un point fixe dans au bassin de mer» cure situé a 10 metres en contre-bas . . . . Mes résultats, communiqués en 1872 à l'Association » Francaise pour l'avancement des Sciences, dans son congrès de Bordeaux, *ont plenement établi* » *la réalité des petits mouvements signalés par le P. Bertelli* ecc. » E in fine accennando i fenomeni microsismici osservati contemporaneamente a Firenze, Bologna, « et par M. De Rossi, qui observe assidûment plusieurs pendules suspendus dans les grottes de *Rocca di Papa*, près Rome, avec des conditions exceptionnelles de tranquillité et de stabilité » conchiude: « Ces phé» nomènes peuvent donc se présenter dans une vaste région, et il est à désirer qu'à l'exemple des » savants italiens on les observe en divers lieux de la France ecc. » Il sig. Ch. Sainte-Claire Deville soggiunse ancora che il Barone Prost da molto tempo a Nizza « a constaté des faits semblables » e che parecchie sue Note furono comunicate all'Accademia dal Sig. Elia di Beaumont, ed in parte impresse nei *Comptes Rendus*. Mi riservo a parlare altrove di questi studi del Prost (dei quali già un cenno fu dato nel Bullettino del Prof. De Rossi nell'anno scorso a pag. 121), e così pure di altre notizie in proposito che mi sfuggirono nei miei *Appunti storici*.

escludere intanto l'azione termica come causa sufficiente a produrre moti tromometrici, i quali almeno siano sensibili ai nostri strumenti. E poichè il confronto fra le temperature ed i detti moti s'incominciò da prima qui a Firenze nel 1872 e sinora qui pure si fece sui medesimi il maggior numero di esperienze, mi limiterò intanto a parlare principalmente del mio Tromometro. Questo, come ho detto già altre volte, oltre la custodia propria è chiuso ermeticamente insieme con la colonna di ghisa che regge i pendoli, da una vetrata esteriore (1). Ora perchè ciascuno da se possa dare un giudizio sicuro sull'effetto dinamico possibile delle variazioni di temperatura ed i moti microscopici del pendolo, io non farò che presentare in cifre i valori di coteste osservazioni, cioè 1° riguardo alle maggiori variazioni termiche seguite nell'interno della vetrata. 2.° Similmente fra la vetrata e l'ambiente nel quale essa si ritrova 3.° rispetto alle variazioni di temperatura osservate di giorno in giorno a Firenze nei due anni meteorici precedenti. Ora la prima specialmente delle ricerche che ho detto è della massima importanza, giacchè nel caso mio l'eterogeneità e qualità stessa delle parti che costituiscono la base e la sospensione del pendolo del Tromometro, qualunque variazione appena notevole di temperatura dovrebbe dare (se le oscillazioni fossero di origine termica) un' agitazione assai più sensibile che negli altri due casi, tanto più che (conforme a quello che come altra volta il Prof. Monte ha affermato) la grossa colonna di ghisa (la quale ha un diametro medio di 0^{m}. 25 cen. e per altezza 2^{m}. 60) riempita pure, come è, nella sua cavità interna di sabbia mobile, dovrebbe anche da sola dar luogo a vibrazioni per ragione della varia conducibilità della materia stessa della quale è formata. A ciò si aggiunga che il piedistallo della colonna è invece di un sol pezzo di pietra la quale sorge per 0^{m}. 50 da una base massiccia più larga (di quasi 1 metro in quadro) costruita in mattoni e leghe di pietra, la quale (isolata come si è detto), sporge dalla superficie del lastrico dell'ambiente per 0^{m}. 80, e si abbassa di sotto di questo piano di 1^{m}. 50, ove è circondata tutto all' intorno di arena mobile. Da ciò apparisce che tutto insieme questo sistema di sospensione del pendolo risulta di parti assai eterogenee per natura e conducibilità ter-

---

(1) Per chi non avesse sott' occhio altre mie Memorie a maggior dichiarazione di quanto altre volte ho detto, ripeto qui che a maggior cautela (per riguardo specialmente ad alcune osservazioni microsismiche più delicate, delle quali in seguito voleva occuparmi, sovra tutto per gli spostamenti dalla verticale) la detta colonna di ghisa posa sopra un grosso dado di macigno, e questo sopra una larga base, la quale scende isolata dal terreno sino ad 1.^{m} 50 sotto il livello del pavimento, *ma ivi posa sopra un solidissimo fondamento antico, assai profondo.* Inoltre il piedistallo è affatto indipendente dal lastrico, dai muri dell'ambiente e dalla vetrata stessa.

mica, al che si potrebbe aggiungere che ciò è pure del filo metallico di sospensione e delle altre parti dell'istrumento.

Egli è vero però, come già notai altra volta, che le differenze massime diurne di temperatura, secondochè apparisce dalle Tavole seguenti, sono assai piccole dentro la vetrata del sismometro, essendo esso collocato in angolo presso grossi muri, e in posto dove non batte mai direttamente alcun raggio di sole (1). Tuttavia, come già esposi l'anno scorso (2) a fine di studiar meglio la possibile influenza dei salti anche esagerati di temperatura, volli prenderne una prova col collocare bracieri sulla base maggiore della colonna, ad ambi i lati della medesima. Però scelsi un periodo di tempo (la mattina del 25 Giugno 1874) nel quale il pendolo era del tutto fermo, il cielo sereno e l'aria tranquilla: inoltre la temperatura era presso a poco uniforme dentro e fuori di casa, e niuna vibrazione meccanica seguiva all'intorno, tutto ciò coll'intendimento che l'effetto termico, che volea separatamente studiare non si potesse attribuire ad alcuna di quelle altre cagioni che mi erano obiettate, le quali però allora non potevano nemmeno supporsi in azione, essendo il pendolo in quel tempo fermissimo (3). Ora, attesa la capacità della vetrata (la quale è a forma di cantoniera, di circa un metro quadrato in pianta, e di 5 in altezza) l'aria interiore riscaldata dai bracieri, che vi erano chiusi entro, non punto agitata saliva verticalmente, lambendo la colonna ed i sostegni, e riscaldando assai più fortemente la parte superiore che l'inferiore di quello spazio tutto chiuso. Questo riscaldamento ineguale durò circa una mezz'ora (dalle 7. 5 a. alle 7. 35 a.), fino cioè a produrre un'allungamento nel pendolo di 12 divisioni della scala, tale cioè che non solo non si era giammai naturalmente osservato in così breve intervallo di tempo, ma nemmeno in una giornata intera, ed appena ha luogo nell'intervallo di più mesi (4). Non ostante ciò, in tutto questo tratto di tempo, tanto orizzontalmente che verticalmente il pendolo si mantenne immobile. Dopo le 7. 35 si aprirono i tre sportelli inferiori della vetrata, ed

---

(1) Noto qui di passaggio che dal Nov. 1874 in poi, si sono rese sempre più piccole le variazioni di temperatura, sia dentro che fuori della vetrata, dopo che all'ambiente attiguo a questo del Sismometro fu messa una porta ed una vetrata: non ostante però si sono avute anche in questo intervallo di tempo parecchie agitazioni microsismiche notevolissime.

(2) V. *Osservazioni microsismiche* del 1873, *Estratto* pag. 18 e 19.

(3) In questo giorno si ebbe la media diurna tromometrica = 1'',8., la quale benchè piccola non derivava però dai moti tromometrici della mattina, ma quasi interamente da quelli della sera, essendo appunto allora seguita l'oscillazione massima diurna notevole = 11'',5, alle 8,18 p.

(4) Si noti però che ha luogo nel mio Istrumento una specie di compensazione termica, benchè certamente incompleta, fra la dilatazione cioè della colonna metallica ed il filo pure metallico del pendolo, dilatandosi essi in senso contrario.

inoltre tre aperture superiori nel coperchio della medesima, e così si continuò ad osservare ancora per un' ora, fino cioè al completo raffreddamento e ritorno all'equilibrio della temperatura e del moto d'aria. In questo tempo non apparve alcuna oscillazione verticale, e quanto alle orizzontali non se ne ebbe che una quasi impercettibile alle 7, 51 a., ed una pure piccolissima, cioè di 2 centesimi di millimetro alle 8, 35 a. Questa però si osservò anche un pezzo dopo l'esperienza cioè alle 10, 39 a. ma molto maggiori di questa se ne ebbero poi nella sera, e queste non erano certamente dipendenti dalle esperienze del mattino (1). Se non che oltre l'osservazione di questi moti oscillatorii mi premeva assai di rilevare il valore massimo di spostamento del pendolo dalla linea di fiducia della verticale già fissata sul micrometro, giacchè sebbene dall'istrumento da me usato non potesse attendersi in tal fatta di osservazioni quella maggior esattezza che si ha nel Tromosismometro, tuttavia nella presente ricerca si poteva trarne un sufficiente criterio. Ora era ben naturale che, in un così forte riscaldamento, specialmente nella parte superiore della vetrata, dove appunto corrispondono i bracci di ferro, i quali sporgono all'infuori dalla cima della colonna per sorreggere i pendoli, questi dovessero alcun poco dilatarsi e quindi spostare il pendolo dalla parte e nel senso della loro lunghezza. Quindi perpendicolarmente a questo piano io osservai molte volte la posizione della cuspide del pendolo ed ebbi un massimo alle 7, 35 di $0,^{mm}$ 06 in valore assoluto, ossia $3''$, 6 in valore angolare.

Questa deviazione intanto benchè piccola ed in nessun modo comparabile con quelle da me notate l'anno scorso (delle quali la maggiore giunse persino e d'un tratto a 2^{mm}. 0, cioè e 20 divisioni della scala, equivalenti in valore angolare a $2'$. $1''$, 1) fa conoscere che quand'anche per effetto calorifico si ottenesse nel mio strumento uno spostamento del pendolo dalla sua posizione verticale primitiva, ciò non basterebbe punto a produrre o spiegare i moti tromometrici d'oscillazione orizzontale. Non intendo però dire con questo che il calorico non produca vibrazioni nei corpi e in tutti i sensi (essendo questo fatto troppo noto nella scienza, ma solo che per la rapidità loro e varia direzione e per altre ragioni, questi stessi moti non arrivano a parteciparsi visibilmente nemmeno con l'aiuto di un microscopio alla massa pendolare, come già notai nell'altra mia Memoria (2). Questo fatto, per riguardo alle oscillazioni meccaniche , è stato poi in diversi modi studiato e sperimentato anche dal Prof. De Rossi a Roma, e dal C.e Malvasia a Bologna.

---

(1) Prima del mezzodì il pendolo era già ritornato alla quiete.

(2) *Osservazioni microsismiche* dell'anno 1873.

Oltre le ragioni che altre volte ho arrecate per ispiegare questo *fatto*, pure *certissimo* il quale a prima vista apparisce alquanto strano, anzi direi quasi paradossale, debbo ora aggiungerne anche un' altra e forse assai notevole la quale è intimamente connessa con quella condizione che ho sempre affermato essenziale per questo genere di osservazioni, cioè che *il filo di sospensione del pendolo sia sottile, flessibile ed appena capace a reggere la massa pendolare usata*. In tal caso infatti, come ognun vede il filo stesso vien teso quasi come una corda sonora, e la palla per ragione del suo peso assai considerevole rispetto al filo, rappresenta, *entro certi limiti* (riguardo cioè ad alcune oscillazioni microscopiche locali comunicate dal suolo o altrimenti al punto di sospensione) come la chiave di un istrumento a corda. Ora ognun sa come nelle corde di questi istrumenti abbia sempre luogo un *nodo di vibrazione* presso la chiave, benchè nel resto si vegga la corda più o meno notevolmente oscillante. Altrettanto sarebbe di alcune vibrazioni meccaniche per rispetto al pendolo, le quali mentre si partecipano al filo di sospensione, non giungono però a far vibrare la massa pendolare (1). Bellissima ed importantissima fu intorno a ciò un'osservazione che il Prof. Monte fece sul filo di sospensione di un pendolo lungo circa 12 metri e col peso di 12 chilogrammi e mezzo, come leggesi in un suo articolo *Brevi considerazioni sui moti microscopici del sismometro* inserito nella *Gazzetta Livornese* del 7 Luglio 1873: ecco le sue parole: « Il pendolo nelle sue vibrazioni presenta un fenomeno » degno di osservazione: parrebbe che il filo nelle sue elungazioni dovesse » prendere la forma rappresentata quasi dalla catenaria; invece oscilla come » una corda da violino, dividendosi in parti. Noi non possiamo osservare » i ventri ed i nodi di queste corde, ma bisogna pur tuttavia ammetterli, » giacchè oltre la vibrazione totale della corda, si vedono delle vibrazioni » molto più rapide; le quali dimostrano evidentemente vibrazioni parziali » di parti aliquote della corda stessa, come feci notare a persone intelligenti, » che visitarono questa macchina semplicissima. » I medesimi fenomeni di trepidazione nel filo di sospensione ed inoltre di quiete simultanea al di sotto del peso furono pure osservati in Roma dal Prof. De Rossi in un pendolo assai più corto e leggero appeso ad un muro della sua abitazione, ed in occasione del passaggio di qualche carro pesantissimo per la pubblica via. È però da notare altresì che questo genere di moto succussorio dando

(1) Veggasi specialmente l' esperienza dell'immobilità osservata per riflessione specolare nel mercurio di una boccia di vetro sospesa a guisa di pendolo (*Osservazioni microsismiche del 1873*. Estratto, pag. 15.

luogo ad una componente verticale, e quindi ad un conato di sobbalzo nei pendoli, che tende a diminuire e a fermare la loro oscillazione orizzontale; ciò che assai volte ho osservato anche nell'ago del Declinometro in occasione di perturbazioni magnetiche e più volte nel Tromometro. Aggiungo anzi che a quanto ho potuto rilevare finora, mi sembra che la traccia stessa pendolare dei veri terremoti apparisca alquanto minore del vero, allorchè nel movimento sismico prevale la componente verticale.

A proposito delle precedenti osservazioni torna ora in acconcio il riferire un'importante esperienza eseguita a Bologna dal Sig.r C.e Malvasia la mattina del 7 Dic. 1874. Essa era destinata a studiare l'effetto di vibrazioni locali al tutto straordinarie (1) sopra gli Apparati del Tromosismometro, e fu eseguita per mezzo del passaggio al trotto di due batterie di cannoni sopra una strada ciottolata molto stretta, fiancheggiata da alte fabbriche, una delle quali è appunto il palazzo Malvasia, ove gli istrumenti (2) sono a circa 6 metri dalla strada stessa. Fu per gentilezza del Sig. Colonnello Conte Civalieri di Maglio, Comandante il Terzo Reggimento di artiglieria, che questa esperienza ebbe luogo, del che tanto io che il C.e Malvasia esprimiamo la più viva gratitudine. Ecco il processo dell'esperienza stessa. Quando le batterie furono giunte al passo ordinario alla piazzetta di S. Donato, allora a circa 30 metri prima della cantonata del palazzo Malvasia alla quale fa capo la strada suddetta, fu dato di subito il comando *al trotto*, e la corsa continuò anche al di là del palazzo per circa 80 metri verso la piazzetta di S. Giacomo. Intanto nell'ambiente dell'osservatorio a pianterreno erano aperte le finestre, il rumore assai forte ed un tremito notevole nella fabbrica, specialmente ai piani superiori.

Il moto microscopico che aveva il pendolo prima dell'esperienza era quasi circolare e tale si mantenne anche dopo il passaggio tanto della prima che della seconda batteria, conservando pure lo stesso piano d'oscillazione Est-Ovest che già aveva. Nondimeno che un qualche tremito esistesse realmente nel piedistallo, si manifestò assai più in questa prova che non in altre minori fatte in addietro, nelle quali ciò non si riconosceva se non che per mezzo della riflessione della luce sopra una superficie di mercurio. Infatti il tremito

(1) Molte altre volte si era osservata la quiete dei pendoli nel passaggio delle carrozze dentro e fuori del palazzo, nel ribaltare i carri di legname nel cortile, nei tonfi di massi di neve imbevuta d'acqua scaricati dai tetti, ecc.

(2) La giacitura, isolamento e fondazione sotto il piano delle cantine del piedistallo che regge questi istrumenti è stata già da me descritta altra volta.

di questo nella vaschetta del mio Avvisatore fece suonare la sveglia elettrica e fermare il pendolo dell'orologio, benchè nel medesimo nessuna delle 8 palline cadesse, e nemmeno quella del Sismoscopio Malvasia. Al contrario nell'Ortosismometro l'oscillazione verticale prese l'ampiezza di $\frac{1}{2}$ millimetro, la quale non ritornò a zero se non otto minuti dopo. Questa esperienza intanto secondo me prova due cose, cioè 1° che le oscillazioni vibratorie locali anche fortissime, come pure le impulsioni istantanee ed *a strappo* dei terremoti, mentre sono talora abbastanza sensibili ai piani superiori delle case, non lo sono sempre nè egualmente a pianterreno e nemmeno ad alcuni sismometri delicati; 2° che nei due pendoli lunghi del Tromosismometro ebbe luogo probabilmente una risoluzione di moto del quale la sola componente verticale si manifestò sulla spirale dell' Ortosismometro, non potendo in questo prodursi il *nodo di vibrazione* presso la massa pendolare, come per la componente orizzontale ha luogo nel pendolo dell' Isosismometro, il quale per questa ragione ancora, oltre quelle già esposte altra volta, non rimase alterato ne' suoi movimenti.

Se non che dagli effetti esagerati prodotti artificialmente dal calore, passando ora alle variazioni ordinarie e spontanee di temperatura che si compiono giornalmente nell'interno della vetrata del Sismometro, premetto, per ragione di questo e di altri confronti che poi farò, la seguente Tavola I^a; la quale dà la media tromometrica diurna per ciascun giorno dell'anno meteorico 1872–1873. Questa media l'ho ricavata sommando tutte le osservazioni fatte in ciascun giorno (dalle 5.30 a. circa alle 10 p.), e dividendo questa somma per il loro numero (1). Avrei potuto forse rendere assai più persuasivo (a mio vedere) questo confronto estendendolo a tutte e singole le osservazioni, per le quali assai spesso si tocca con mano la discordanza fra la temperatura ed il moto tromometrico (2); ma me ne sono astenuto in parte per risparmiare a me la fatica, ed al lettore la noia di discutere più di 11 mila osservazioni fatte negli ultimi due anni meteorici che prendo ad esaminare, ed in parte perchè intendeva ovviare all'obbiezione che pure poteva di nuovo prodursi intorno al tempo maggiore o minore dell'effetto termodinamico. La media tromometrica in vece, oltrechè riesce assai più utile e comoda per altre ricerche, abbraccia inoltre necessariamente, a mio credere, qualunque agitazione più o meno ritardata si potesse supporre prodotta dal calore: e

(1) Il numero medio annuo di queste osservazioni è di circa 14 al giorno.

(2) Riguardo specialmente alla colonna ed alle altre parti metalliche è chiaro, che per la buona conducibilità delle medesime, ogni variazione di temperatura deve parteciparsi con facilità e prontamente a tutta la loro massa.

quau'anche taluno volesse protrarre questo effetto ad uno o più giorni consecutivi, il confronto delle medie stesse diurne consecutive farebbe vedere questa supposta relazione. Affine poi di facilitare i confronti nella tavola prima (V. pag. 364) ho distinto con numeri romani progressivi quelle medie che presentavano un valore un po'più notevole, a cominciare dal valore angolare di 6″, che corrisponde al numero XXIV sino alla massima annua I = 22″, 4 (esclusi però dalle medie microsismiche i veri terremoti). Queste stesse medie maggiori, contrassegnate dai numeri romani, sono inoltre distinte in due gruppi, dei quali il primo da I a XIV rappresenta i massimi valori delle medesime, e l'altro da XV a XXIV i valori minori ma sempre notevoli.

Le tavole II e III che seguono (V. pag. 365 e 366) rappresentano le massime variazioni diurne di temperatura dell'interno della vetrata, non già da un'osservazione all'altra oraria vicina, la quale differenza è generalmente minima, o anche nulla, ma dal punto più alto al punto più basso al quale è trascorso il termometro dentro la vetrata in quella giornata, cioè dalle 5.30 a. alle 10 p. circa, come ho già detto; ora questa escursione termometrica diurna è indicata nella colonna *giorno*, mentre l'altra che ho contrassegnato con la parola *notte* esprime soltanto la differenza di temperatura che si è trovata fra l'ultima osservazione della sera precedente, e la prima del mattino del giorno seguente. E poichè, come ho detto, è assai piccola la variazione di temperatura, che ha luogo nell'interno della vetrata, così fra i diversi valori della medesima comincio a considerare come notevoli quelli che arrivano ad un grado, e questi valori notevoli sono ancora contrassegnati da un punto (1), per rendere più agevole all'occhio il confronto con la media notevole del moto tromometrico secondo che vi è o no. Ora quando questa circostanza ha luogo, il numero segnato nelle Tavole II e III, è preceduto da uno di questi segni (* ovvero +) dei quali il primo indica per la Tavola II, che la media è delle maggiori, cioè fra I e XIV, mentre il secondo indica le minori. Per riguardo all'anno meteorico 1873–1874, per il quale tutte le medie diurne sono nella Parte II di questa Memoria, si usano gli stessi segni convenzionali, cioè l'asterisco (*) per indicare le maggiori da I a VI, cioè: I = 23″, 0; II = 21″, 2; III = 13″, 0; IV = 13″, 3; V = 12″, 7; VI = 12″, 1. La croce (+) si applica alle altre medie da VII a XVI, cioè: VII = 11″, 5; VIII = 10″, 9; IX = 10″, 3; X = 9″, 7; XI = 9″, 1; XII = 8″, 5; XIII = 7″, 9; XIV = 7″, 3; XV = 6″, 7; XVI = 6″, 0. Quindi il numero che non ha alcun segno esprime per entrambi gli anni meteorici

(1) E così anche quando la differenza di temperatura era zero (0.).

1873 e 1874 che la media non giungeva ad esser notevole, cioè era inferiore a 6″. Tutto questo che ho detto vale per l'osservazione diurna, ossia per la colonna segnata *giorno*. Per l'altra poi segnata *notte* i medesimi segni hanno lo stesso significato, eccetto soltanto che invece di riferirsi alla media, valgono per il valore angolare assoluto (1) del moto tromometrico della prima osservazione di quel giorno; nella quale inoltre, quando ha luogo la circostanza di aver trovato il pendolo del tutto fermo, si è prenotato semplicemente con uno zero il valore della media.

Ciò posto siccome per i segni e convenzioni che ho indicato, le Tavole II e III (pag. 365, 366) in certo modo parlano da sè, così lasciando al lettore alcuni più minuti confronti a fine di persuadersi vieppiù che niuna costante relazione apparisce fra i maggiori salti di temperatura, e l'ampiezza angolare del moto microsismico, presento soltanto le seguenti osservazioni.

Come si vede nella Tavola II pag. 365, i valori tromometrici notevoli contrassegnati (+, *) nel 1873 furono 197 e di questi ben 127 discordano dalla variazione di temperatura, ivi contrassegnata da un punto: inoltre questa per 15 volte fu assolutamente *zero*, e nondimeno il moto pendolare fu per 8 volte forte e per 7 fortissimo. Invece nella prima osservazione della mattina (*notte*) per 30 volte il pendolo fu trovato fermo, non ostante che 26 di queste volte la variazione termometrica fosse considerevole; e tale fu pure per 177 volte senza che esistesse alcun moto notevole nel pendolo.

Nel 1874 i moti più notevoli furono 117 (V. Tav. III, pag. 366), dei quali 103 discordanti dalla variazione di temperatura: questa per 7 volte fu assolutamente *zero* non ostante che il moto pendolare per 5 volte fosse forte, e 2 fortissimo. Invece nella prima osservazione della mattina per 52 volte il pendolo si trovò fermo non ostante la variazione termometrica notevole, e 160 volte questa si ebbe senza agitazione pendolare.

Quindi riunendo le discordanze notate pei due anni meteorici che ho detto, o, a meglio dire, dal 9 Gennaio 1873 a tutto il Novembre 1874, si ha che per ben 645 volte si è trovato disaccordo tra la variazione di temperatura osservata entro la vetrata del Sismometro ed il moto tromometrico.

(1) Avendo ridotto in valore angolare, ed *allo stesso microscopio* le osservazioni fatte sinora sopra pendoli diversi a Firenze, Bologna, Roma e Rocca di Papa, mi risulta per ora che quell'oscillazione pendolare la quale comincia a considerarsi come notevole in ciascuna di queste stazioni, presenta un valore angolare diverso, cioè minimo per Firenze, maggiore per Bologna, e massimo per le altre due stazioni. Se tal fatto si confermerà col Tromometro normale comune, si potrà dedurre, come sembrerebbe, che l'attività endogena microsismica sia realmente diversa in codeste stazioni, come storicamente pare che lo sia riguardo ai terremoti. Per Firenze coll'attuale Tromometro il moto notevole comincia da 6″.

II. Passando ora invece ad istituire gli stessi confronti fra il moto tromometrico e le massime differenze diurne osservate contemporaneamente dentro e fuori la vetrata del sismometro, presento la Tavola IV (pag. 367) la quale contiene questi confronti dal 19 Febbraio al 22 Luglio 1874. Queste osservazioni non furono ulteriormente proseguite, essendomi risultata troppo evidente la niuna relazione supposta fra queste variazioni termiche ed i moti tromometrici. Riguardo ai segni convenzionali che accompagnano i numeri di questa Tavola valgono le stesse avvertenze che ho detto sopra per le Tavole I. II. III.

Nella Tav. IV i moti tromometrici più forti sono 16, e di questi non sono che 4 i quali combinino colla differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno della vetrata: però codesta differenza termica ha avuto luogo altresì, e per ben 86 volte, senza alcuna agitazione tromometrica. Sicchè in tutto sopra 102 casi le discordanze sono 98.

Quanto alla Tavola V (pag. 368) essa serve ad un tempo a conferma maggiore di quanto ho esposto nelle Tavole II, III, IV, ed inoltre fa vedere che l'influenza delle correnti aeree locali fra l'esterno e l'interno della vetrata, non può ammettersi come causa, nemmeno parziale, del moto tromometrico. Infatti la detta Tavola presenta tutti quegli intervalli di tempo, nei quali nell'anno meteorico 1873 e 1874 o appositamente o per dimenticanza rimase aperto quello sportello della vetrata, il quale è presso il tromometro, dopo che si era fatta un'osservazione sul medesimo. La 1.ª colonna della Tavola contiene la data, la 2ª gli intervalli di tempo, la 3ª e 4ª esprimono il valore angolare del moto tromometrico prima e dopo l'intervallo del libero passaggio dell'aria fra l'esterno e l'interno della vetrata. Come scorgesi facilmente da questi numeri, assai volte il moto tromometrico non solo non si è trovato aumentato dopo, ma invece più spesso diminuito, rare volte di poco maggiore, parecchie volte eguale, ed anche si è avuto più volte che il pendolo è rimasto immobile tanto prima che dopo l'intervallo d'apertura della vetrata stessa.

III. Dopo avere osservato sin' ora la niuna influenza e relazione della temperatura locale presso il pendolo tromometrico, rimane da ultimo a vedere, per via dei soliti confronti numerici, se tale influenza possa ammettersi almeno per riguardo alle maggiori variazioni termometriche dell'aria esteriore, in quanto che questa possa produrre per via di vibrazioni termiche sul fabbricato, o sul suolo delle oscillazioni nel pendolo stesso, come il Prof. Monte suppone. Per questo confronto servono le Tavole VI e VII (pag. 369, 370) le quali rappresentano le variazioni termiche diurne fra le ore 9 ant. e 3 pom.

(*giorno*) e fra le 3^h pom. di un giorno e le 9^h ant. del seguente (*notte*) (1). In esse i segni (• , +) hanno riguardo alla media tromometrica lo stesso significato che si è detto sopra per le altre Tavole. Però in queste Tavole VI e VII le variazioni termiche notevoli (seguite da un punto) si sono computate a cominciare dalla variazione termometrica di 7°. Se non che anche dalla semplice ispezione di queste Tavole si rileva a colpo d'occhio che non solo non vi è alcuna legge di relazione e di proporzionalità fra la temperatura e le agitazioni microsismiche, ma che anzi spesso vi è una manifesta opposizione e discordanza fra loro. Infatti nella Tav. VI sopra 129 casi di variazione notevole di temperatura, 100 si veggono discordanti rispetto al moto tromometrico, mentre del pari quest'ultimo si trova 103 volte, sopra 132, discordante dalla temperatura stessa. Nella Tav. VII il disaccordo della prima specie che ho detto è di 173 sopra 183, e per la seconda di 50 sopra 60. Insomma sopra 504 confronti fra le maggiori variazioni climatologiche di Firenze e le medie tromometriche si trovano 426 discordanze.

Benchè i confronti numerici fin qui presentati separatamente possano bastare a convincere che non esiste realmente alcun nesso probabile di dipendenza fra le variazioni termiche esogene ed i moti tromometrici, tuttavia ho creduto utile presentare di più come in un solo gruppo i detti confronti nelle Tavole VIII, IX, X ed XI. Inoltre nelle Tavole VIII e IX avendo espresso le medie di tutti i moti tromometrici maggiori degli anni meteorici 1873 e 1874 con numeri d'ordine relativi alla diversa intensità del moto stesso, e così pure le variazioni termiche corrispondenti dentro e fuori del fabbricato, dal loro confronto si può inoltre agevolmente rilevare la niuna proporzionalità fra codesti due ordini di fenomeni, ciò che viene poi maggiormente confermato dalle Tavole X ed XI.

I medesimi confronti, già da me eseguiti, e le medesime deduzioni potrei ora aggiungere anche riguardo al Tromosismometro di Bologna, ed estendere pure queste discussioni agli altri Osservatorii, pei quali già mi consta che non esiste la relazione supposta, ma me ne astengo per non abusare soverchiamente della pazienza di chi vorrà leggere queste pagine. Prima però di conchiudere questa materia debbo prevenire l'argomento col quale taluno potesse credere di distruggere le prove *di discordanza* che io ho arrecate contro le cause esogene dei moti pendolari col supporre cioè una di esse oc-

(1) Queste differenze le ho dedotte dai registri dell'Osservatorio del Real Museo di Firenze, d'onde mi furono gentilmente favorite, e possono da chiunque riscontrarsi dagli Specchi della *Meteorologia italiana*.

cultamente in giuoco, mentre io combatto qualunque delle altre. A ciò io rispondo: o il pendolo in tale occasione era in moto notevole, ovvero in quiete: nel primo caso l'effetto dinamico di quella causa sensibilmente attiva che io considerava non poteva sfuggire per lo meno dal valore della media diurna o mensile, non ostante la supposta coesistenza di altre cause; nell'altro caso poi, della quiete del pendolo, non ostante la presenza di una delle due cause accidentali da me considerate, a maggior ragione si dovrebbe escludere l'azione coesistente di qualunque altra, supposto che questa valesse a mettere in moto il pendolo, appunto perchè questo allora era in quiete.

Esaurita la discussione principale riguardante l'azione termica, mi rimarrebbe ora a ritoccare, come promisi nell'altra Memoria, la questione dell'influenza dell'urto del vento nei moti tromometrici. Per questa ricerca però mancando a me il tempo, presento invece alla fine di questa Prima Parte alcuni ingegnosi e diligenti studi e confronti su tale argomento fatti dall'egregio mio collega ed aiuto il P. D. Camillo Melzi, Professore di Matematica in questo Collegio.

Innanzi però di finire non posso omettere di dire alcunche intorno alle ipotesi delle azioni idrochimiche e idrodinamiche nel suolo, le quali da ultimo il Prof. Monte fece pure intervenire come causa dei moti microscopici pendolari. In questa parte invero la nostra divergenza di opinione sarebbe assai minore, riducendosi essa piuttosto a questione di profondità maggiore o minore, e di causa prossima o rimota. Infatti ormai i Geologi convengono nell'ammettere la grande influenza di codesti agenti endogeni in tutti i fenomeni riferibili al vulcanismo ecc., specialmente in seguito alle importantissime esperienze intorno alla permeabilità dell'acqua nelle roccie incandescenti, ed all'azione chimica oltremodo energica che essa esercita sopra di queste sotto l'influenza combinata di un' alta temperatura e pressione, con isviluppo di gas e vapori ad altissima tensione (1). Non così però interverrebbe alla superficie del suolo o a poca profondità dove l'azione chimica e meccanica delle acque d'infiltrazione, delle sorgenti ecc. non può avere comparativamente che un'azione vibratoria in generale assai limitata, e certamente minore di quella del vento, delle vibrazioni meccaniche accidentali e d'altre, le quali abbiamo già veduto non avere alcuna influenza nei moti pendolari. Ad ogni modo codesti agenti per la loro stessa natura dovrebbero operare in modo *continuo*, cioè per periodi assai lunghi, con effetto dina-

(1) V. Stoppani — Corso di Geologia — Milano 1871. — Vol. I, parag. 595—601, 814—818, 876, 877, ecc. e Vol. III, 227 e seg., 267—271. ecc.

mico progressivamente crescente e decrescente, e con certa costanza di direzione nelle loro impulsioni, mentre invece i moti tromometrici notevoli da un'ora all'altra, e spesso in pochi minuti, variano assaissimo di ampiezza e direzione, e talora si manifestano anche d'improvviso dopo una quiete prolungata, e viceversa. Queste agitazioni spesso si presentano ancora prima delle pioggie o cessano durante e dopo di esse senza alcuna relazione pluviometrica locale o regionale: esse si manifestano talora anche in pari tempo nei terreni vulcanici e sedimentarii delle nostre diverse e lontane stazioni, mentre pure queste si trovano in condizioni pluviometriche e idrografiche diversissime. A conferma di tutto ciò aggiungo da ultimo che a Bologna l'accordo che ho detto di quiete e di moto pendolare rispetto a Firenze e alle altre stazioni ha avuto luogo non ostante che ivi da parecchi mesi il piedistallo del Tromosismometro, il quale, come già dissi, scende isolato fino sotto il piano delle cantine, sia stato invaso sino ad una certa altezza da acque d'infiltrazione, penetrate dal terreno circostante. Tutte queste ed altre ragioni mi confermano sempre più sulla origine endogena dei moti microsismici.

SULLA RELAZIONE DEI MOTI TROMOMETRICI E LE VELOCITA' DEL VENTO.

Nota del P. D. Camillo Melzi Barnabita

A chi tien dietro alle osservazioni, che quasi di ora in ora si fanno sul tromometro del P. Bertelli è cosa tanto evidente non influire per nulla la forza del vento sulle agitazioni del pendolo, che sembra quasi inutile il parlarne. Ma giacchè alcuni hanno potuto dubitarne e d'altra parte il P. Bertelli ha promesso di darne una prova più rigorosa ricavata dalle osservazioni contemporanee dell'anemometro con quelle del tromometro (1) di buon grado ho ricevuto da lui l'incarico di discutere queste osservazioni. Nella citata memoria il P. Bertelli parlò è ben vero delle osservazioni del Novembre e Decembre 1873 e disse che sarebbero poi state pubblicate le curve tanto dell'anemometro quanto del tromometro per questi due mesi; ad evitare però la spesa litografica dovendo invece presentare dei quadri numerici, ho pre-

(1) Osservazioni microsismiche fatte nell'anno 1873. Atti dell'Accad. Pont. de' nuovi Lincei, 5 Luglio 1874, pag. 10. N. B.

scelto col consenso del medesimo di limitarmi in questo esame ad alcune osservazioni più notevoli del 1874. Queste difatti essendo in pari numero ed egualmente simultanee al tromometro ed all'anemometro riescono molto più facili delle altre a discutersi senza il sussidio di curve. Esse cominciarono il 4 Marzo 1874 e non poterono durare disgraziatamente che sino al 23 Aprile, perchè in quel giorno stesso fu dovuto rendere il mulinello di Robinson, che dava la velocità del vento, all'Osservatorio della Specola di Firenze a cui apparteneva. Tuttavia essendosi fatte in questo tempo più di 700 osservazioni simultanee sopra i due istrumenti la prova che se ne ricava è molto più che sufficiente. Senza stare qui a descrivere minutamente il metodo usato per notare le indicazioni del mulinello di Robinson (modello usato nella Marina inglese), dirò soltanto che il P. Bertelli, soppresse in questo istrumento le altre rotelle dentate, ha ritenuta soltanto quella della vite perpetua. Un pernetto di platino fissato presso la circonferenza di detta ruota ad ogni giro di essa toccava una leggerissima molla pure di platino, che chiudeva il circuito d'una corrente elettrica formata da una sola pila. Questa corrente metteva poi in moto un orologio elettrico posato presso il tromometro stesso, cosicchè ad ogni secondo dell'orologio corrispondeva un giro intero della ruota dentata cioè una velocità di 9 chilometri. Con queste modificazioni il mulinello è diventato forse alquanto più sensibile, perchè soppressi gli attriti delle altre rotelle, e quindi molto più atto a darci i confronti voluti: ma siccome i calcoli sono stati fatti secondo quelli soliti a farsi per i mulinelli completi dello stesso genere, così i valori anemometrici ottenuti sono forse comparativamente un poco maggiori.

Molti sarebbero i metodi con cui si potrebbe procedere ad esaminare le osservazioni del tromometro e dell'anemometro, non tutti però ugualmente rigorosi. Quello più esatto sarebbe stato di confrontare osservazione per osservazione i dati di ciascun istrumento e notare ciascuna volta la persistenza o la variazione dei dati dell'osservazione precedente. Così si sarebbe subito conosciuto se gli abbassamenti e gli innalzamenti della curva tromometrica seguivano quelli dell'anemometro. Questo modo però sebbene sia quello che dia il risultato più soddisfacente è troppo lungo e nojoso, nè si può abbreviare prendendo soltanto le medie diurne e molto meno mensili, perchè il vantaggio allora delle osservazioni simultanee è tutto perduto, le variazioni del vento essendo grandemente irregolari e tanto più brevi, quanto più forti. È necessario quindi che le osservazioni paragonate nè siano troppo vicine affinchè non si dica che l'agitazione dell'aria non ha avuto tempo di comuni-

carsi al pendolo, nè siano troppo lontane da non lasciar tempo al pendolo di dar traccia delle sue maggiori agitazioni. Di più se si prendono le medie delle osservazioni anemometriche, si ha veramente la media della velocità del vento in ciascun istante; ma le medie delle osservazioni tromometriche non possono rappresentare che le medie delle agitazioni del pendolo nei momenti osservati (1).

Assai dunque imperfettamente potrebbe dedursi un rapporto fra le oscillazioni del Sismometro e le variazioni del vento appoggiandosi soltanto a due o tre osservazioni diurne per la media del moto pendolare (2) ed invece alla media della somma di tutti i valori orarii del giorno e della notte riguardo all'anemometro. Questo metodo inoltre complica la questione, giacchè la media anemometrica estesa ad un lungo tratto di tempo, giunge facilmente a coincidere con un forte abbassamento barometrico, nel qual caso il P. Bertelli ha già affermato prodursi un movimento *microsismico*.

Ora per combattere questa osservazione ed attribuire il fatto al vento, occorre che questo solo possibilmente si trovi influente nell'effetto osservato. Ma se si considera il vento come *causa meccanica*, che fa vibrare direttamente il suolo e le fabbriche e per l'intermedio di queste parti solide i pèndoli stessi, non si può ammettere tra causa ed effetto, che un assai breve intervallo, essendo ben nota la facilità, colla quale le vibrazioni si comunicano per mezzo dei solidi. Solo il pendolo essendo lungo e pesante potrebbe conservare per un'ora e più il moto d'un impulsione avuta precedentemente, ma non potrebbe giammai trovarsi per molte ore o per giorni quieto, quando il vento è forte, nè trovarsi agitato, quando permanentemente e per giorni l'aria

---

(1) Nella tavola XIV^{a} (V. in fine) metto a confronto le medie diurne, tanto delle osservazioni tromometriche, quanto dell'anemometro, e qui sotto aggiungo le medie mensili di sei mesi, dal Novembre 1873 all'Aprile 1874. Le medie anemometriche sono in kilom. all'ora, quelle tromometriche indicano il valore angolare.

Med. anemom. 1873 Nov. 8 kil. Dic. 11 kil. ½ 1874. Gen. 6 kil. ½ Feb. 7 kil. ½ Mar. 9 kil. $^{6}/_{7}$ Apr. 7 k. $^{1}/_{5}$
» tromom. » 6''.0 » 6''.7 » 4''.8 » 6''.3 » 3''.3 » 3''.0

Ora da tutte queste osservazioni risulta a colpo d'occhio, che nessun rapporto vi è stato in questi periodi di tempo tra le agitazioni del tromometro e la forza del vento. Non ho tuttavia introdotto questi risultati nella discussione, per le ragioni testè addotte e per quelle che seguito a dire, sebbene le osservazioni tromometriche siano state più di 14 ogni giorno.

(2) V. *Brevi consideraz. sui moti microscopici del Sismometro* del Prof. Monte. — Gazz. Livorn. 7 Luglio 1873. Si noti che nei periodi microsismici non solo a Firenze, ma a Roma, a Bologna e a Rocca di Papa, ed in tutte l'altre stazioni la curva diurna del movimento tromometrico si presenta distinta in diverse onde variamente separate da periodi di moto debole. Quindi con due o tre osservazioni soltanto difficilmente si può sorprendere e valutare l'intensità dell'agitazione pendolare di quella giornata.

è tranquilla, mentre il vento non può aver bisogno di sì lungo tempo per mettere in agitazione il pendolo, se dunque le osservazioni sono vicine le une alle altre e noi vedremo anche in queste crescere l'oscillazione del tromometro, quando cresce il vento e diminuire al suo diminuire, potremo asserire sicuramente, che queste vanno di conserva con quelle. Ora ciò non accade punto in nessun modo. E basterebbe a convincersi di ciò mettersi innanzi le maggiori agitazioni dell'aria e contrapporle a quelle del tromometro, cosa già fatta dal P. Bertelli nella Memoria sopra citata. Pag. 9, 10 e 11. Qui però io trovo ora un ostacolo dovuto alla situazione della nostra quistione in questo momento. V'è infatti chi ha distinto fra moti *microscopici* e moti *sensibili*, appellando moti microscopici quelli che non si possono vedere nel pendolo senza microscopio, anche da chi è molto esercitato in simili osservazioni. Ora importa bene fissare che tanto gli uni quanto gli altri, che il P. Bertelli ha compreso nella denominazione di moti *microsismici*, perchè non avvertiti generalmente, non sono dovuti al vento. E qui sta la difficoltà del metodo testè enunciato, perchè i moti *sensibili*, cioè visibili da occhio esercitato anche senza microscopio, essendo dichiarati anche dal Prof. Palmieri come *moti sismici* e manifestandosi essi talora indipendentemente dal vento e dalla pressione atmosferica possono influire a rendere equivoca la prova che si ha dal loro trovarsi piuttosto nel tempo dei venti maggiori che dei minori.

Per tutte queste ragioni mi sono ridotto a cercare la prova rigorosa del nostro assunto nelle osservazioni che più difficilmente potevano essere a nostro vantaggio nella teoria degli avversari. Ho cioè notato le sole osservazioni in cui il tromometro era fermo, vale a dire senza alcuna delle due specie indicate di moto e con queste ho formato il quadro (V. Tav. XIII), che sottopongo agli occhi dei lettori.

In questo quadro la prima colonna indica il giorno del mese, la seconda l'ora dell'osservazione, la terza il tempo decorso dall'ultima osservazione precedente e la quarta colonna la velocità media oraria in kilom. del vento nel tempo decorso dall'ultima osservazione precedente. Come si vede tra le 700 osservazioni incirca fatte dal 4 Marzo al 23 Aprile, 128 sono state compiute quando il tromometro era *zero*. Or bene 26 soltanto fra queste corrispondono ad una calma (0^m al secondo) o quasi calma ($\frac{1}{2}$ m. al 1''), altre 43 corrispondono ad un vento sensibile o debole (1 m. o 2 al 1'') e le altre corrispondono tutte a venti di maggiore velocità. Tralasciando dunque, che se il vento agisse sul pendolo dovrebbe verificarsi *sempre* la calma o la quasi calma nel vento, quando il tromometro è a zero, altrimenti dovremmo avere

troppo esagerate agitazioni nel pendolo per venti 30 o 40 volte maggiori di 1m al secondo: come spiegare poi la quasi immobilità del pendolo quando spira perfino un vento di 23, 25, 27 e 35 chilometri all'ora, capace cioè probabilmente di fare oscillare alcnne parti dei fabbricati stessi? Nè si può ricorrere alla supposizione che in quel momento agissero insieme col vento forze endogene, le quali dessero una risultante *zero*, perchè queste sono assolutamente di natura differente cioè, a quanto pare, istantanee, ad intervalli ed anche ad angolo fra loro, mentre quelle del vento, anche negli sbuffi più violenti (1) sono continue e quel che è più costante in generale verso una data direzione predominante, senza che tale apparisca, come dovrebbe, nel pendolo. E in ogni modo queste difficoltà svaniscono anche più facilmente se si fa attenzione che il vento non agiva con la velocità p. es. da 10 a 20 chilom. solo nel momento dell'osservazione tromometrica, che pure fa d'uopo duri qualche minuto (2), ma per un tempo più o meno lungo indicato dalla terza colonna del quadro precedente. Nei giorni 13, 24, 25 Marzo e 8, 11 e 14 Aprile fu nella prima osservazione del mattino che il tromometro notò zero, sebbene tutta la notte il vento avesse durato con una velocità media oraria da 10 a 18 chilometri. Il giorno 13 Aprile era 1 ora e 15 min. da che il vento spirava con 35 chil. di velocità oraria; il 16 Marzo era dopo 1 ora e 24 min. di un vento di 27 chil. all'ora quando alle 10.5 pom. il tromometro segnava *zero*. Parimenti erano 2° 39′ di vento a 21 chil. all'ora il giorno 8 Aprile. Aggiungasi che talvolta non in un'osservazione sola ma anche in più osservazioni successive il tromometro ha seguitato a segnare *zero*, sebbene il vento o durasse nella sua forza o cambiasse notevolmente d'intensità da un'ora all'altra. E perchè questo si vegga meglio ho riunito sotto un solo segno le osservazioni successive formando 17 gruppi in alcuni dei quali le variazioni di forza nel vento è molto sensibile. Per esempio in quello del giorno 9 Marzo da 5 chil. all'ora si passa a 2: cioè da vento debole sì, ma sensibile, si passa quasi alla calma: il giorno 23 da 10 chil. si arriva a 20 e poi da 19 a 23: il giorno 25 nelle ultime osservazioni da 11 chil. si va a 21. E così ancora in Aprile il giorno 20 in 4 osservazioni successive la prima ci dà un vento di 3 chil. all'ora cioè appena sensibile, poi si passa a 5 chil. per tornare di nuovo a 3 e terminare finalmente con 11 chilom. che è già un vento assai forte.

(1) Infatti lo sbuffo avviene per un flusso o ondata atmosferica, la quale presenta sensibilmente una successione di accrescimento e diminuzione, mentre gl'impulsi sismici sono più spesso a strappo, benchè nelle parti elevate del fabbricato si trasformino in onde brevi.

(2) Questo interviene quando l'osservazione si fa successivamente a diversi azimuth.

Quel che si è detto sin qui pare più che sufficiente per dimostrare come molte volte il vento non abbia assolutamente nulla affatto mosso il tromometro sebbene in tali circostanze da dover produrre questo effetto se potesse realmente produrlo. È dunque anche troppo giusta la conseguenza che mai e in niun modo il vento possa mettere in vibrazione la massa pendolare nel modo già sopra dichiarato dal P. Bertelli. E per fermo anche lasciando da parte l'ipotesi che direttamente potesse il vento venire a urtare contro l'istrumento, perchè a niuno certo questo può venire in mente, non si potrà neppure dire che l'oscillazione del fabbricato sia causa di qualche moto del pendolo nel modo col quale esso è disposto ed osservato. Infatti in tale ipotesi la fabbrica del Collegio alla Querce, essendo assai alta, estesa e libera da ogni parte, ad ogni vento un po'forte l'oscillazione sarebbe sensibilissima; e quindi se il tromometro del P. Bertelli ha potuto tante volte dare *zero*, durante venti da 15 a 27 chilom. di velocità oraria non supponendo l'indipendenza della massa pendolare da tali vibrazioni sarebbe un enigma maggiore dello stesso spontaneo moto del pendolo. In ultimo poi anche quelli che credessero poter il tromometro agitarsi per l'oscillazione del sottoposto suolo fatto come vibrare dall'impeto del vento contro le parti più eminenti dei vicini edificii ed anche delle cime delle colline circostanti, dovrebbero essi pure confessare che questo movimento sia tanto piccolo che neppure il microscopio nei venti assai forti possa scoprirlo.

Se non che la discussione delle 700 osservazioni fatte dal 4 Marzo al 23 Aprile ci dimostra anche chiaramente un altro fatto, il quale servirà di compimento alle poche parole qui stese. Nel quadro seguente (V. Tav. XIII in fine) sono radunati in 18 gruppi i periodi di *calma perfetta* (quasi 0^m al $1''$) del vento avvenuti nei suddetti due mesi. La prima colonna indica il giorno del mese: la 2ª l'ora del principio e della fine del periodo di calma: la terza colonna dà la durata del periodo, il quale quasi in tutti arriva a oltre due ore: la quarta colonna finalmente ci dà il massimo e il minimo dell'oscillazione del pendolo in detto periodo di calma perfetta.

Ora in questo quadro solo quattro volte cioè nei gruppi 3°, 4°, 5°, 6° l'oscillazione del pendolo è giunta ad essere uguale o maggiore di $6''$, che è il primo termine dei moti che già abbiamo detto *sensibili* e tutti gli altri gruppi non hanno passato i limiti delle agitazioni veramente *microscopiche*. Per esperienza infatti si è appunto veduto che le oscillazioni del tromometro del P. Bertelli, anche da quelli di vista acutissima non si avvertirono mai ad occhio nudo quando non giunsero ad una delle piccole divisioni del microme-

tro, la quale corrisponde a 6″ incirca in valore angolare. Le oscillazioni invece di 2 divisioni (12″. 1 in val. ang.) erano spesso conosciute anche a occhio nudo e a distanza, e molto più facilmente quelle che giungevano a 3 divisioni (18″. 2). Se dunque anche nei periodi di calma perfetta del vento il tromometro ha potuto segnare oscillazioni in istretto senso *microscopiche* è forza accettare che non dovendo esse attribuirsi al vento che *non v' era* in quei periodi di tempo, o debbano attribuirsi ad altre cause già tolte dal campo delle cause probabili di questi moti dalla precedente memoria del P. Bertelli e del Prof. De Rossi, o debbano considerarsi come prodotte da cause del tutto *endogene*. E tanto più abbiamo diritto di ragionare in questo modo, in quanto che quasi tutti i periodi di calma avuti nel vento tra il 4 Marzo e il 23 Aprile 1874 ci hanno dato il medesimo risultato di moti *microsismici* nel pendolo, e quei stessi 4 periodi, i quali ci hanno dato valori maggiori di 6″ (val. angolare) sono stati tanto bassi da non superare mai gli 8″. Questa persistenza infatti di moti minimi nei periodi di calma perfetta non si può attribuire ad altre cause, alla temperatura p. es. o alle vibrazioni meccaniche accidentali, come a quelle, che, essendo picciole in confronto col vento, non possono riconoscersi separatamente, se non quando non agisce più questa. Imperocchè già abbiamo veduto, che la metà almeno delle 128 osservazioni in cui il tromometro notava *zero* sono state fatte quando il vento era più che sensibile, e se noi aggiungessimo tutte le osservazioni in cui il moto del pendolo è stato strettamente microsismico ne troveremmo un altro centinaio e più in cui il vento era anche abbastanza forte. Cosicchè ne verrebbe quasi costantemente questo risultato, che le impulsioni unite del vento (anche forte) con quelle della temperatura e degli urti accidentali sono *uguali* e spesso *minori* a quelle date dal solo vento. Nemmeno poi può considerarsi questo minimo moto dei periodi di calma, come residuo del moto acquistato prima di detto periodo, innanzi tutto perchè in questi stessi periodi il moto tromometrico il più delle volte in luogo d'essere *decrescente*, come dovrebbe supporsi, è stato *crescente* o *irregolare*. Così nel 1°, 3°, 7°, 10°, 17° periodo il minimo dell'escursione tromometrica, che è 0″, 0 si è avuto non alla fine, ma nel mezzo del periodo stesso, come appare dalle ore notate nella Tav. XII ai giorni corrispondenti. Inoltre la durata del periodo che in quasi tutte ha superato le 2 ore è più che sufficiente a fermare qualunque moto e certamente lo era nei periodi 1°, 3° e 17° tutti superiori a 10 ore di cui già abbiamo parlato, come quelli che alla fine presentavano qualche moto, e nel 6°, 8°, 12°, 13° maggiori di 3 ore e mezzo, in cui il minimo

non è stato lo zero assoluto. Aggiungasi di più che le medie stesse dell'anemometro nei giorni in cui accaddero i periodi di calma (V. Tav. XIV) sono quasi tutte piccole assai relativamente alle altre, e piccola quindi dovea essere anche l'impulsione rimasta. Anzi mettendo gli occhi di nuovo sulla Tav. XII noi troviamo il tromometro già ridotto a zero prima del periodo di calma nei giorni stessi, e quindi minima del tutto l'oscillazione del pendolo.

Non faccia in ultimo meraviglia a nessuno se con tanta sicurezza ho tratto conseguenze da osservazioni fatte in un tempo piuttosto breve, perchè risultando queste conseguenze da fatti casualmente costanti in detto periodo, mentre questa felice coincidenza è del tutto conforme alle osservazioni del P. Bertelli, il quale asserisce darci il suo pendolo tanto le indicazioni dei grandi movimenti della terra, quanto dei piccoli e dei minimi, che in alcune stagioni appariscono quasi continui, essa è molto contraria alle opinioni dei contraddicenti, nessuna *eccezione* potendo avere il principio, che gli urti meccanici non producano punto moto, e inversamente, che un moto possa prodursi senza l'impulsione d'una forza. Cosicchè se anche per *poche volte* ho potuto escludere fra le cause, che fanno vibrare il pendolo *microscopicamente* le cause *non endogene*, mi sembra d'aver fatto abbastanza.

Raccogliendo ciò che ho detto risultano adunque assai provate due cose importantissime:

1.° Che in un istrumento così collocato ed osservato come quello del P. Bertelli: il vento in niun modo produce o modifica i moti *spontanei* del pendolo.

2.° Che in un tale istrumento anche i moti strettamente *microscopici sono di origine endogena.*

TAVOLA I.

Medie Tromometriche diurne e mensili osservate al Collegio alla Querce di Firenze

nell'anno meteorico 1872 – 1873.

Data	Dic. 1872	Gen. 1873	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre
1	XIII. 12'',7	XXI. 7'',9	XVI. 10'',9	XXIV. 6'',0	4'',2	1'',2	0'',6	1'',8	2'',4	3'',0	3'',6	0'',6
2	XV. 11,5	4,8	XVIII. 9,7	3,0	2,4	1,2	4,8	1,8	2,4	1,8	2,4	2,4
3	XVIII. 9,7	3,0	II. 21,8	XXII 7,3	3,9	3,6	4,2	0,6	3,0	3,6	2,4	1,8
4	III. 20,6	4,8	XX. 8,5	3,0	3,0	XXIII. 6,7	XXIV. 6,0	0,6	1,2	5,4	3,6	0,6
5	VII. 16,9	IX. 15,7	XVII. 10,3	3,6	3,0	4,8	3,0	0,6	1,8	XXIV. 6,0	4,2	2.4
6	XIX. 9,1	XXII. 7.3	XXI. 14,5	3,6	XXII. 7,3	3,6	1,8	0,6	1,8	4,8	1,5	0,6
7	VIII 16,3	XVIII. 9,7	XXI. 7,9	4,8	XVI. 10,9	1,8	4,8	1,2	3,0	XXI. 7,9	3,0	1,2
8	5,4	XX. 8,5	XXI. 7,9	3,0	XIX. 9,1	XIV. 12,1	XVII. 10.3	0,6	XX. 8,5	XIX. 9,1	3,3	1,2
9	XIII. 12,7	XXII. 7,3	XIX. 9,1	1,2	4,8	5,4	3,3	1,2	5,4	4,8	XVII. 10,3	1,2
10	V. 19,4	XXI. 7,9	XVII. 10,3	3,6	XIX. 9,1	4,2	4,2	0	XXII. 7,3	4,8	XXIII. 6,7	2.4
11	I. 22,4	3,6	3,3	5,4	XXIII. 6,7	3,0	2,4	0,6	4.2	XXIII. 6,7	4,2	0,6
12	XIX. 9,1	XXIV. 6,0	XXII. 7.3	X. 15,1	XXIV. 6,0	3,0	3,6	0,6	4,2	3,6	4,2	3,6
13	4,8	4,2	XVII. 10,3	XVI. 10,9	1,8	4,2	XVIII. 9,7	0,6	XXIV. 6,0	2,4	2,4	5,4
14	XX. 8,5	XXIV. 6,0	XIII. 11,5	XVIII. 9,7	2,4	4,2	XXIII. 6,7	0,6	3,6	2,4	3,6	XVIII. 9,7
15	X. 15,1	4,2	XVII. 10,3	XXIV. 6.0	2,4	4,2	XXII. 7,3	0,6	2,4	XVII. 10.3	3,0	4,2
16	5,4	2,4	3,0	4,8	3,6	XXI. 7,9	4,2	0	2,4	XVII. 10,3	XXIV. 6,1	5,4
17	XXI. 7,9	4,8	XXI. 7,9	XIII. 12,7	XXII. 7,3	4,2	XXIII. 6,7	0	1,8	XXIV 6,0	XXIII. 6,7	5,4
18	XVI. 10,9	4,2	3,6	XVI. 10,9	3,6	4,2	1,2	0,6	2,4	5,4	XXI. 7,9	3,6
19	XVII. 10,3	XX. 8,5	3.6	1,8	3,6	4,2	1,2	0	4,8	4,2	3,6	4,2
20	XIX. 9,1	XIII. 12,7	2.4	XXIV. 6,0	3,9	4,8	2,4	0,6	XVIII. 9,7	1,2	4,2	XVI. 10,9
21	XII. 13,3	VI. 17,6	XVI. 10,9	2,4	2,4	4,2	4,5	0	XXII. 7.3	3,6	4,2	XXIV. 6,0
22	XXII. 7,3	I. 22,4	3,0	1,8	XVII. 10,3	3,6	1,2	XII. 13,3	3,6	1,8	XXIV. 6,0	2,4
23	XVIII. 9,7	XXII. 7,3	4,2	1,2	5,4	4,2	3,0	0	3,6	2,4	3,0	0,6
24	XX. 8,5	XXI. 7,9	4,2	2,4	XVII. 10,3	3,0	4,2	0,6	3,6	3,0	3,6	3,6
25	VI. 17,6	XXII. 7.3	VII. 16,3	2,4	XVII. 10,3	2,4	3,6	XXII. 7,3	XXIV- 6,0	XXIII. 6,7	XV. 11,5	4,8
26	XV. 11,5	XXI. 7.9	3,0	1,2	XIV. 12,1	1,8	5,4	4,2	3,0	XXII. 7,3	XXIV. 6,0	1,2
27	XVIII. 9,7	4,8	XX. 8,5	1,2	XXII. 7,3	3,0	4,8	1,2	3,0	3,6	XXIII. 6,7	1,2
28	XIV. 6,0	4.2	XVII. 10,3	1,2	XXIII. 6,7	4,8	XXI. 8,0	0,6	2,4	XXIV. 6,0	XXII. 7,3	XXIV. 6,0
29	4,8	3.6		1,2	5,4	3,6	3,6	0,6	XV. 11,5	4,8	IV. 20,0	4,2
30	5.4	4.8		2,4	3,6	2,4	4,8	XXIV. 6,0	XXIV. 6,0	3,6	V. 19,4	2,4
31	5,4	5,4		3,6		3,6		1,8	XXII. 7,3		XII. 13,3	

N. B. Questa Tavola comprende circa 5500 osservazioni, cioè, in media, 14 al giorno, e per lo più quasi orarie, dalle 5ʰ 30′ ant. alle 10ʰ 30′ pom. I numeri romani esprimono, riguardo all'anno, in valore angolare, l'intensità relativa della media diurna notevole del moto microsismico, a cominciare dal valore di 6″. L'agitazione assai forte è compresa fra i numeri I e XIV, ed è solo alquanto forte dal numero XV al XXIV (= 6″.).

TAVOLA II.

Escursione giornaliera del Termometro centigrado entro la vetrata del Sismometro del Collegio alla Querce di Firenze osservata nell'anno meteorico 1873 a cominciare dal 9 Gennaio, ed alcune indicazioni principali riguardo al moto tromometrico (V. la Nota).

1873	Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno		Luglio		Agosto		Settembre		Ottobre		Novembre	
Data	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno
			o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1	—	—	0	+1,6	+0,8	+1,1	1,7	2,3	0,5	1,9	+1,5	2,1	0,1	1,2	—1,2	1,6	—1,3	1,9	1,9	2,0	+0,2	0,3
2	—	—	0,3	+0,6	0,4	0,6	0,5	2,0	0,8	1,9	+1,3	2,0	0,4	0,9	—1,1	2,1	—1,4	2,1	—1,3	1,5	0,4	0,4
3	—	—	0,1	*0,4	+ 0	+0,6	0,7	1,4	0,8	1,6	0,2	1,8	—2,1	1,8	0,5	1,0	0,7	0,9	0,7	1,4	0,3	0,4
4	—	—	*0	+0,4	0,1	0,9	0,6	2,7	0	+1,2	0,1	+1,1	0,6	1,7	—1,1	2,0	+1,2	1,4	0,6	1,4	+0,2	0,4
5	—	—	+ 0	+0,4	0,6	1,5	+1,9	2,9	+1,5	3,0	0,5	0,9	—1,2	1,3	1,4	1,8	+1,6	+2,0	+1,5	1,9	0,4	0,5
6	—	—	*0,2	*0,4	0,9	0,7	+1,0	+0,9	0,1	1,5	0,1	1,7	1,0	2,1	—1,3	2,0	+0,7	1,1	0,3	0,8	1,1	1,0
7	—	—	+0,5	+0,5	+0,2	1,2	*0,5	+1,1	0,2	1,2	0,6	1,2	0,7	3,1	1,6	2,8	0,2	+0,7	0,7	1,5	+ 0	0,5
8	—	—	+ 0	+0,3	0,1	0,8	*0,6	+1,3	0,6	*1,2	*0,3	+0,6	+0,8	3,7	1,1	+2,4	*0,3	+0,6	0,1	0,7	+0,9	0,6
9	—	+0°3	0	+0,7	0,1	0,9	+0,5	0,9	+ 0	0,4	+0,4	0.7	0,6	1,4	+1,9	3,1	+0,8	0,9	*0	+0.6	+0,1	0,3
10	0°1	+0,4	0,3	+1,9	0,4	0,7	*0,1	+0,9	0	1,3	+2,1	2,7	0,9	1.4	1,4	+1,7	+1,1	1,5	+0,1	+0,2	0,1	0,3
11	0,4	0,7	+0,9	0,8	0,4	1,5	0,6	+0,7	1,0	1,1	0,6	1,0	0,8	1,9	—1,3	0,9	+0,4	+1,4	0,2	0,7	0,2	0,8
12	0,5	+0,8	0,1	+1,3	*0,1	*0,9	+0,5	+1,4	—1,6	3,2	—1.0	2,2	0,7	1,7	1,5	1,4	1,0	2,0	0,4	0,9	0,1	0,7
13	0,4	1,2	*0,7	+1,0	—1,3	+2.0	0,1	0,3	*1,8	3,8	—1,0	+1,7	0,7	2,1	0,8	+0,9	—1,1	1,7	0,2	0,5	0,2	0,3
14	0,3	+0,3	*0,4	*0,7	+0,2	+0,7	0,1	1,0	0,3	1,0	0,7	+1,7	+1,0	2,4	—2,1	3,7	—1,0	1,6	0,5	1,4	+ 0	+0,1
15	0,5	0,6	*0,6	+1,0	0,3	+0,9	0,8	2,7	+2,5	4,1	+0,6	+1,8	0,6	0,4	—1,5	2,2	+0,8	+0,7	0,5	0,6	+ 0	0,1
16	0,5	0,7	0.2	1,0	0,9	2,0	0,8	1,7	1,6	+2,8	0,8	1,8	*0,7	2,0	—1,0	2,7	+0,8	+0,4	0,6	+0,4	+0,7	0,6
17	0	0,4	+ 0	+0,5	0,9	+1,5	+0,2	+0,6	0,6	1,7	0,5	+0,8	1,0	1,5	—1,3	1,7	+1,0	+1,6	0,7	+0,7	+0,5	0,5
18	0	0,5	0,4	0,7	*0,5	+1,1	0,3	0,6	1,0	1,4	0,7	2,2	0,5	1,6	0,8	1,2	0,8	1,9	*0,3	+0,6	0,8	1,0
19	0,3	+0,8	+0,3	1,5	0,2	0,3	0,4	0,9	0,3	1,0	0	1,2	1,4	2,4	0,3	1,0	1,8	1,9	0,7	0,9	0,9	1,0
20	+0,3	*0,4	0,4	0,9	+0,4	+0,7	0,3	0,5	0,3	1,5	0,3	0,7	0,9	1,0	*0	1,0	+0,3	2,2	0,7	0,6	—1,1	+1,0
21	+0,1	*0,1	0	+1,6	+0,2	0,4	0,3	1,2	0,2	0,6	—1,0	1,8	1,1	1,6	1,8	2,6	+0,4	1,3	1,0	0,4	0,7	+1,5
22	*0,9	*0,9	0,5	0,7	0,6	1,5	0.7	+2,6	0,5	1,4	0,4	1,3	0,8	*2,7	0,9	1,4	0,8	2,1	+1,6	+1,2	+0,1	0,6
23	0,2	+0,5	0.2	0,7	0,3	1,1	0,4	1,3	0,7	1,1	0,9	3,5	1,1	2,4	—1,0	1,9	0,2	0,8	0,3	0,8	+0,1	1,0
24	+2,4	+1,9	0,1	1,7	0	0,9	+0,1	+0,6	0,8	2,2	0,9	2,1	—1,1	2,1	0,5	1,1	0,5	0,8	+ 0	0,3	0,6	0,8
25	1,0	+1,0	+0,4	*1,4	0,6	1,2	+0,5	+0,6	0,2	1,6	1,2	3,2	0,9	+1,4	1,1	+2,3	1,7	+1,1	0,1	+0,3	0,3	0,6
26	0	+0,4	+0,1	0,6	0	0,7	+1,8	*1,4	—1,2	2,6	0,9	1,7	0,8	1,8	1,5	3,1	+0,2	+0,5	+0,1	+0,1	+0,2	0,7
27	0,3	0,2	*0	+0,3	0,2	0,4	0,4	+1,5	1,3	1,3	1,2	1,8	0,7	3,3	—1,9	3,9	0.4	0,4	+1,5	+1,1	0,1	1,3
28	0	0,2	0,1	+0,8	0,9	1,7	*0,7	+1,4	+0,9	0,6	2,0	+4,0	—1,1	2,2	0,6	1,3	0,1	+1,2	0,2	+0,8	*0,4	+0,5
29	0.5	0,5			1,8	1,9	+0,9	1,9	0,2	0,5	0,8	5,7	0,7	2,1	0,6	+1,3	0,1	1,1	*0	*0,7	+0,8	0,9
30	0,2	0,1			—0,8	1,4	+1,1	1,7	—1,3	0,5	terrem.	2,7	1,6	+2,7	+1,0	+1,1	+1,2	1,4	*0	*0,5	0,2	0,6
31	0,1	0,5			0,7	1,2			0,5	2,0	2,0		—1,0	2,0	1,3	+2,2			*0	*0,2		

Nota. Le variazioni termometriche *della notte* esprimono qui la differenza di temperatura tra l'ultima osservazione della sera precedente e la prima del mattino seguente: la variazione del giorno è la massima differenza termometrica desunta da tutte le osservazioni fatte nella giornata. Nelle colonne (*Notte*) i segni — , + , * indicano che il moto tromometrico nella prima osservazione della mattina era *nullo, o alquanto notevole, o grande*. I medesimi segni nelle colonne (*Giorno*) hanno lo stesso significato, riguardo alle medie, come si è detto nella Tavola I.

TAVOLA III.

Escursione giornaliera del Termometro centigrado entro la vetrata del Sismometro del Collegio alla Querce di Firenze nell'anno meteorico 1873-1874, con alcune indicazioni principali riguardo al moto tromometrico (V. la nota alla Tav. II. (1)).

Giorni	Dic. 1873		Genn. 1874		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno		Luglio		Agosto		Settembre		Ottobre		Novembre	
	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1	•0,1	•0,2	0,7	1,1·	0,3	0,8	•0,1	+0,3	0,3	1,1·	0,6	1,0·	—1,0·	1,9·	1,3·	3,0·	0·	0,2	0,5	1,0·	0,4	0,5	—1,3·	1,1·
2	•0,1	•0,5	0,3	+1,0·	0,1	+0,5	0·	0,1	0,6	0,8	0,4	0,9	0,4	2,2·	—1,2·	2,7·	0·	1,3·	0,5	1,8·	0·	0,4	1,1·	0,7
3	•0,1	•0,4	0,8	+0,6	+0,7	0,8	0,2	0,6	—1,0·	2,4·	0,5	0,5	—1,0·	2,1·	—1,0·	2,6·	0,5	0,9	0,9	1,7	+0,6	+0,2	0,8	1,0·
4	+ 0·	+0,4	•0,1	+0,6	0,9	0,9	0,6	0,5	0,6	1,7·	0,3	1,7·	—1,2·	3,9·	1,0·	2,8·	0,4	0,7	1,1·	1,7·	•0,3	+0,6	0,6	0,8
5	0,1	0,5	+ 0·	0,5	1,0·	1,3·	0,4	1,2·	+0,1	+0,5	•1,1·	+1,5·	0,9	1,9·	0,9	2,7·	0,4	0,4	1,2·	2,2·	0,3	0,6	0,1	1,1·
6	+0,9	0,7	0,1	+0,8	0,5	0,8	0,9	1,5·	+0,5	+0,5	0,8	1,6·	0,6	1,9·	—1,8·	2,8·	0,9	1,2·	0,9	1,4·	0,6	1,2·	0,3	0,8
7	0·	+1,2·	0·	0,1	+0,4	0,5	—1,3·	1,5·	—1,0·	1,6·	0,7	1,0·	—1,0·	1,6·	—1,8·	2,7·	0,7	1,0·	0,9	1,1·	0,2	0,6	0,1	0,9
8	+0,4	+0,3	+0,1	0,8	0,1	+0,7	—1,0·	1,5·	0·	0,2	0,2	0,6	0,8	2,0·	—1,4·	1,5·	0,2	1,4·	—1,1·	1,5·	0,2	0,5	0·	0,3
9	•0,2	•0,5	0,5	0,5	0,3	0,8	0,8	1,1·	0,3	0,6	0,5	+0,8	0,7	2,7·	0,7	1,6·	0,5	0,3	—1,0·	1,6·	0,3	0,6	0,4	0,3
10	•0,1	•0,1	0,5	1,0·	0,6	+0,6	0·	0,3	0,6	0,8	0,7	+0,4	—1,3·	3,1·	—1,2·	1,3·	0,9	1,9·	0,5	0,8	0,8	0,7	0·	0,2
11	0,1	+0,3	0,6	+0,9	+0,7	+0,9	0·	+1,5·	0,1	+0,4	0,2	+0,5	—1,0·	2,1·	—1,1·	1,4·	0,7	1,2·	+0,2	+0,5	0,7	0,5	—1,0·	1,0·
12	0,1	0,6	0,2	0,7	+0,1	+0,6	+0,3	0,4	0,2	+0,3	0,3	+0,5	—1,0·	2,8·	—1,0·	1,2·	0,7	1,0·	+0,1	1,3·	0,6	0,7	0,1	0,8
13	0,1	0,3	+0,2	0,8	1,0·	+1,2·	0,5	0,7	+0,3	0,4	0·	+1,0·	—1,0·	2,4·	0,3	1,5·	—1,1·	4,3·	0,3	+0,5	0,5	0,4	0,4	0,6
14	0·	0,5	0,8	+1,0·	•1,0·	0,5	0,7	1,3·	0,2	0,5	0,3	1,8·	0,7	1,0·	0,7	1,4·	0,8	1,2·	0,1	+1,2·	0,5	0,8	+0,2	+0,8
15	+1,3·	1,2	0·	0,4	0,2	1,7·	0,8	1,9·	0,4	0,7	0·	0,6	—1,0·	1,1·	0,9	2,0·	0,5	0,5	0,3	0,5	—1,0·	0,6	+0,1	0,3
16	0,5	0,9	0,1	0,9	+0,1	•0,9	0,3	1,2·	0,2	0,3	0,1	0,4	1,2·	3,2·	0,4	0,1	0,8	0,5	0,1	0,8	•0,1	•0,4	0·	0,3
17	+ 0·	+0,7	0,1	+1,6·	+0,2	•0,9	0,8	1,3·	0,1	1,1·	1,1·	1,1·	—2,0·	4,0·	—1,0·	2,1·	—1,3·	1,3·	0,3	0,4	1,1·	1,6·	+0,5	0,4
18	0,2	0,5	•0,3	+0,6	•0·	+0,8	0,7	1,3·	0,4	0,8	0,3	0,9	0,7	2,9·	—1,1·	0,8	—1,0·	0,9	0,7	0,9	0,3	0,6	+0,3	0,6
19	0·	0,5	0,1	1,0·	•0,1	+0,3	0,2	0,7	0·	0,9	—1,1·	1,9·	0,8	2,1·	0,5	0,8	0,7	0,8	0,5	0,9	0,2	0,6	0,3	0,7
20	0·	0,5	0,5	1,1·	•0,4	+0,6	0,3	1,2·	0,8	1,6·	—1,4·	1,7·	0,9	2,2·	0,4	1,1·	—1,2·	0,9	0,6	0,8	0,3	0,7	+0,1	•0,5
21	0·	0,5	0,5	1,2·	+0,3	0,4	0·	0,5	0,6	1,1·	—1,0·	1,7·	—1,1·	1,1·	—1,1·	2,1·	0,3	0,5	0·	0,2	0,1	0,3	•0·	0,5
22	0,1	0,4	0,7	0,6	0,7	1,0·	—1,1·	1,7·	0,8	1,7·	0,7	0,9	0,1	0,8	0,8	2,0·	0,1	0,6	0·	0,6	0,1	0,4	0,7	0,6
23	0,1	0,3	0,1	0,5	0,3	0,8	0,4	0,6	0,9	1,6·	•0·	0,6	0,4	1,4·	0,2	0,7	0,2	0,7	0·	0,8	0·	0,3	0·	0,7
24	0,9	0,5	0,2	0,5	0,8	0,9	0,7	0,7	0,8	1,3·	0·	1,7·	1,3·	2,1·	0,7	1,7·	—1,2·	1,7·	0,1	0,8	0,4	0,4	0,3	0,2
25	+ 0·	0,7	0,1	1,0·	0,6	0,9	0,3	1,0·	0,8	1,7·	—1,0·	1,8·	0,5	1,7·	+0,4	+1,6·	—1,1·	1,4·	0,2	0,8	1,1·	0,8	+0,3	0,3
26	0,2	0,7	+0,1	0,3	0,5	+1,0·	0,5	2,0·	1,2·	1,7·	0,3	2,0·	+ 0·	1,5·	0,7	1,7·	0,4	0,6	0,7	0,3	0,5·	0,2	0,3	0,4
27	0,7	+0,9	1,0·	0,9	+0,6	0,9	0,9	1,8·	0,2	0,3	0·	1,9·	—1,0·	1,8·	1,2·	1,6·	0,9	1,0·	—1,1·	1,0·	0,4	0,3	0·	0,3
28	•0,1	•0,9	0,2	+0,5	0·	+0,7	0·	0,8	0,2	0,3	—1,3·	2,0·	0,8	1,2·	—1,2·	2,0·	0,9	1,0·	0,9	0,9	—1,2·	1,0·	0,2	+0,4
29	•0,2	+0,4	•0,2	+0,5			0,4	0,9	0,4	0,2	0,9	2,3·	+0,1	+0,8	0,9	1,1·	0,8	0,6	1,2·	1,1·	—1,1·	0,5	+0,3	0,3
30	+0,5	+0,5	0,3	0,8			0,9	1,8·	—1,2·	1,7·	0,9	2,3·	0,9	1,8·	0,3	+0,8	0·	1,2·	0,6	0,6	—1,0·	0,8	+0,1	0,6
31	0,7	1,0·	0,3	0,8			0·	1,7·			—1,4·	2,3·			0,6	0,7	0,8	1,1·			—1,0·	1,1·		

(1) Si avverta però che in questa Tavola III l'agitazione microsismica diurna assai forte è compresa fra i numeri I e VI, ed è solo alquanto forte dal numero VII al XVI (6'' in valore angolare).

TAVOLA IV.

Massime differenze diurne osservate contemporaneamente dentro e fuori della vetrata del Sismometro su due termometri Reaumur comparati, dal 19 Febbr. al 22 Luglio 1874 (1).

Giorni	Num.° delle oss.	Diff.ª Mass.ª
Febbraio 1874		
		°
19	9	+0,2
20	12	+0,8
21	14	0,2
22	17	0,8
23	16	0,3
24	15	0,8
25	14·	0,6
26	16	0,6
27	17	0,8
28	16	+0,7
Marzo		
1	17	+0°7
2	16	0,3
3	14	0,5
4	17	0,8
5	15	0,7
6	18	1,3·
7	18	1,2·
8	17	1,5·
9	18	0,6
10	19	0,6
11	23	+0,8
12	19	0,8
13	17	0,8
14	12	1 6·
15	17	2,2·
16	17	2,0·
17	12	1,1·
18	18	1,9·
19	14	1,7·
20	14	1,6·
21	16	1,6·

Giorni	Num.° delle oss.	Diff.ª Mass.ª
Marzo (seg.)		
		°
22	15	0,95
23	17	1,0·
24	19	0,8
25	17	0,4
26	18	1,8·
27	16	0,9
28	16	1,0·
29	13	0,8
30	16	1,5·
31	14	1,7·
Aprile		
1	13	1°1·
2	13	1,1·
3	11	2,0·
4	11	2,2·
5	10	+1,0·
6	11	+1,5·
7	12	1,3·
8	12	0,4
9	10	0,6
10	12	0,4
11	16	+0,5
12	15	+0,4
13	13	0,6
14	15	1,0·
15	14	0,2
16	9	0,6
17	12	1,0·
18	14	0,6
19	15	0,8
20	14	0,8
21	14	0,6

Giorni	Num.° delle oss.	Diff.ª Mass.ª
Apile (seg.)		
22	12	2°2·
23	1[illegible]	0,8
24	12	1,5·
25	12	0,7
26	11	0,8
27	15	0,6
28	13	0,6
29	11	1,0·
30	12	2,1
Maggio		
1	16	0°3·
2	16	0,5
3	17	0,4
4	14	0,7
5	14	+1,0·
6	10	0,8
7	13	0,3
8	12	0,2
9	17	+0,5
10	12	+0,5
11	15	+0,8
12	16	+0,4
13	18	+0,7
14	15	0,8
15	13	0,6
16	14	0,2
17	20	1,0·
18	19	0,4
19	12	1,1·
20	12	0,9
21	13	1,1·
22	17	0,7

Giorni	Num.° delle oss.	Diff.ª Mass.ª
Maggio (seg.)		
23	22	0,5
24	12	1,5·
25	11	1,1·
26	11	1,7·
27	14	0,5
28	10	1,2·
29	12	1,5·
30	15	1,4·
31	13	1,3·
Giugno		
1	12	1°0·
2	16	1,3·
3	13	1,6·
4(2)	15	2,8·
5	15	1,0·
6	13	2,2·
7	13	1,0·
8	15	1,8·
9	16	2,0·
10	15	2,5·
11	13	1,3·
12	13	1,8·
13	15	1,2·
14	16	2,0·
15	15	2,5·
16	17	1,7·
17	17	1,8·
18	16	2,4·
19	15	2,6·
20	16	2,8·
21	16	1,2·
22	15	0,8

Giorni	Num.° delle oss.	Diff.ª Mass.ª
Giugno (seg.)		
23	14	2°8·
24	18	2,6·
25(3)	19	2,3·
26	14	0,8·
27	13	1,7·
28	14	1,5·
29	16	+1,2·
30	18	1,3·
Luglio		
1	15	3°2·
2	16	2,7·
3	14	2,4·
4	15	2,2·
5	15	2,8·
6	14	2,8·
7	11	1,5·
8	13	1,7·
9	15	1,5·
10	16	2,3·
11	16	2,3·
12	16	1,2·
13	15	2,0·
14	18	2,0·
15	16	1,2·
16	15	1,2·
17	16	1,8·
18	14	1,5·
19	14	1,2·
20	15	1,2·
21	12	1,4·
22	3	1,3·

(1) Questa Tavola IV comprende 2226 osservazioni termometriche. Il segno (+) innanzi ai numeri ha lo stesso significato che è espresso nella nota (1) della Tavola III, e vi sono contrassegnate le differenze di temperatura più notevoli, cioè da un grado in su.

(2) Il pendolo si mantenne immobile tutto il giorno.

(3) In questo giorno fu fatta l'esperienza coi bracieri (V. sopra pag. 346).

TAVOLA V.

Moti tromometrici

osservati prima e dopo che era rimasta aperta la vetrata del Sismometro nel corso dell'anno meteorico 1873–1874.

Giorni	Durata	Moto Tromom.°		OSSERVAZIONI
		anteriore	posteriore	
		Febbraio 1874.		
19	1°52'	5,''4	6,''0	
		Marzo		
17	0°52'	1,''8	0.	
18	0.30	4,8	3,''6	
20	1.52	3,0	0,6	
23	1.8	0,''6	0.	
		Aprile		
1	1°36'	1,''2	1,''2	
14	1.19	0,6	3,6	
17	1.9	3,0	0.	
18	0.39	3,0	1,8	
	1.18	4,8	4,2	
		Maggio		
2	0°48'	1,''2	3,''0	
3	0.27	3,6	2,4	
	2.9	1,8	1,8	
4	1.26	3,0	5,4	
	2.20	5,4	1,8	
13(1)	0.20	5,4	4,8	(1) Erano aperti tutti gli sportelli della vetrata, ed inoltre nell'ambiente vi era movimento d'aria.
23	1.31	6,0	1,2	
26(2)	1.20	0.	0.	(2) In questo giorno la differ. di temperatura dentro e fuori la vetrata fu di 1°.7.
		Giugno		
6(3)	1°20'	0.	0.	(3) Differenza di temperatura 2°2.
		Luglio		
5(4)	1°5'	1,''2	0.	(4) Il 5 e 7 Luglio seguì il *massimo* annuo di temperatura a Firenze = 38°.
7(5)	0.52	1,2	1,2	(5) Nel 7 la diff. di temperatura = 1°5.
8(6)	1.3	0.	0.	(6) Nell'8 la diff. di temperatura = 1°7.
13	2.28	0.	0,6	
	1.0	1,2	0.	
21(7)	1.21	0.	0.	(7) Nel 21 la diff. di temperatura = 1°.4.
		Agosto		
19	1°5'	4,''2	1,''8	
		Settembre		
12(1)	1°.11	7,''3.	7,''9.	(1) Unica volta che il moto tromometrico fu notevole, ma lo era anche prima d'aprire la vetrata.
14(2)	4.9	4,8	1,8	(2) Si noti che nel 14 Luglio sebbene la vetrata sia rimasta aperta più di 4 ore, pure il moto tromometrico si trovò diminuito.
18(3)	1.30	0.	0.	(3) Nel 18 Luglio la diff. di temperatura = 1°5.
22	1.34	0,''6	0.	
		Novembre		
2	1°.8'	1,''8	0.	
10	1.7	4.2	3,6	

TAVOLA VI.

VARIAZIONI TERMOMETRICHE DIURNE (DALLE 9 ANT. ALLE 3 POM.) E NOTTURNE (FRA LE 3 POM. E LE 9 ANT. DEL GIORNO SEGUENTE) DEDOTTE DALLE OSSERVAZIONI DELLA SPECOLA DI FIRENZE, CON ALCUNE INDICAZIONI PRINCIPALI RIGUARDO AL MOTO TROMOMETRICO, PER L'ANNO METEORICO 1872—1873 (1).

Giorni	Dic. 1872		Genn. 1873		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno		Luglio		Agosto		Settembre		Ottobre		Novembre	
	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1	3,5*	0,5	0,5+	0,5	1,5+	4,0	6,5+	6,5	10,5·	10,5·	5,0	7,5·	10,5·	4,0	1,3	4,3	10,0·	9,5·	9,5·	10,0·	12,0·	7,5·	2,5	2,8
2	4,0+	6,2	0,5	1,5	4,8+	1,3	6,0	3,0	10,5 ·	7,5·	12,0·	8,0·	9,0·	9,5·	3,5	5,0	7,5·	8,0·	9,0·	6,0	6,5	6,0	4,1	2,8
3	1,0+	1,3	2,0	3,0	0,5*	0,5	3,5+	4,0	7,5 ·	10,5·	4,0	2,0	9,0·	4,0	7,5·	4,0	5,5	6,5	1,5	1,0	7,5·	7,0·	2,5	4,5
4	0*·	0.7	3,0	9,0·	5.0+	4,0	7,0·	8,0·	12,5 ·	10,0·	4,0+	7,0·	0+·	3,0	5,5	7,0·	9,0·	9,0·	5,5	7,5·	7,0·	9,5·	2,5	3,5
5	0,8*	3,5	7,3*·	6,3	1,8+	1,3	7,5·	7,0·	1,0	3,0	9,0·	6,0	4,2	2,2	6,7	5,2	6,5	7,5·	6,3+	4,8	7,5·	4,5	4,0	5,0
6	3,0+	0,5	6,0+	7,0·	1,5*	1,5	4,5	5,5	0,5+	0·	4,0	2,0	4,0	5,0	10,5·	11,0·	10,0·	9,0·	5,0	3,0	5,0	5,5	3,0	1,0
7	2,0*	2,0	6,0+	8,5·	5,7+	2,2	7,5·	5,5	0,5+	4,0	1,0	4,0	4,0	2,0	10,0·	8,0·	11,0·	10,5·	4,0+	1,5	6,0	5,0	3,0	1,5
8	4,0	2,2	3,0+	1,0	1,5+	2,5	6,0	5,5	6,5+	4,5	3,8*	5,3	4,4+	0,6	8,0·	9,0·	8,5+·	9,0·	3,5+	2,0	8,0·	6,0	3,0	1,0
9	0,2*	2,0	5,5+	1,5	5,0+	8,0·	6,5	6,0	2,5	1,5	3,5	1,3	3,8	4,0	4,0	4,0	9,7·	8,7·	3,5	1,5	3,0+	3,0	0·	1,5
10	2,5*	0,5	5,5+	7,0·	7,0+·	9,0·	6,5	6,5	2,0+	8,0·	8,5·	6,7	8,0·	4,0	10,5·	10,5·	1,0+	5,0	1,0	3,0	6,0+	1,0	1,3	3,8
11	1,0*	4,0	6,0	5,5	6,5	3.0	4,5	3,0	1,0+	1,0	4,0	7,0·	3,0	4,0	9,0·	8,5·	5,5	5,5	6,0+	7,5·	5,5	6,5	1,0	1,5
12	4,0+	6,0	4,5+	3,0	1,5+	4,0	3,5*	1,5	5,0+	3,0	9,5	11,0·	3,0	3,2	5,0	4,5	6,5	5,5	5,5	6,0	6,0	5,5	1,0	0,5
13	4,5	3,5	5,0	3,0	1,0+	2,5	3,0+	5,0	2,5	0,5	10,5·	6,5	0,7+	3,5	6,0	7,5·	5.0+	7,0·	8,5·	8,0·	4,5	7,0·	3,5	2,0
14	2,0+	3.0	2,5+	3,0	5,0*	7,5·	2,5+	2,0	6,0	8.0·	3.8	6,3	6,0+	4,0	8,0·	7,5·	9,0·	8.0·	9,5·	8,·	8,0·	5,0	0,5+	2,5
15	6,2*	7,7·	3,5	4,5	10,0+·	10,0·	6,0+	8,0·	9,0·	7,0·	9,5·	9,0·	5,0+	4,2	2.0	5,0	9,0·	8,0·	3,0+	5,0	3,0	4,0	0,8	4,2
16	6,0	6,5	2,0	1,5	10,7·	6,2	8,5·	2,5	8.0·	10,0·	10,0*·	8,5·	5,2	2,0	8,0·	5,0	10,0·	10,0·	2,0+	3,5	1,0+	3,5	1,5	3,0
17	3,5+	0,5	3,5	3,0	7,3+·	4,8	2,0+	1,0	5,0+	3,0	7,0·	3,0	3,0+	0·	5,0	6,0	8,0·	7,0·	6,5+	6,5	5,5+	4,0	1,8	6,0
18	2,0+	3,0	4,2	4,2	7,0·	11.0·	1.5+	6,0	2,5	4,5	4,0	4,0	7,5·	5,5	8,0·	8,0·	4,5	0,5	8,0·	6,5	4,0+	6,5	8,0·	8,5·
19	4,0+	6,0	3,8+	1,3	12,0·	10,5·	0,5	0·	4,5	3,5	1,2	2,5	3.0	2,5	7,0·	7,0·	4,0	2,0	6,5·	4,5	5,5	3,0	10,0·	9,5·
20	5,0+	6,0	0,5*	3,0	4,0	2,5	3,0+	1,0	2,0	2,5	5,0	6,5	3,7	4,2	5,0	8,0·	0,7	5,3	8,0·	8.5·	2,0	6,0	8,0+·	8,0·
21	2,5*	0,5	2,0*	8,5·	6,5+	5,0	1,0	3,0	6,5	6,0	0,7	1,2	8,8·	9,8·	9,5·	6,5	8,0·	8,0·	8,5·	8,5·	2,5	4,0	8,0+·	1,0
22	3,0+	8,0·	8,0*·	1,5	2,0	0,5	6,5	5,5	7,0+·	4,0	7,0·	6,0	9,3·	7,0·	9,0*·	10,0·	10,0·	6,5	9,0·	7,5·	4,0+	0,5	2,0	3,5
23	3,7+	2,2	2,5+	6,5	2,9	0,9	6,5	6,5	1,5	0,5	3,0	4,0	7,2·	7,0·	9,0·	8,0·	7,5·	8,0·	4,0	5,5	4,0	2,0	6,5	7,5·
24	4,0+	0,5	4,8+	2,3	6,5	5,5	6,5	5,5	0+·	2,0	6.5	2,5	6,8	1,9	6,0	6,0	4.5	6,5	2,5	6,0	2,0	3,0	6,5	6,0
25	1,7*	0,3	0,5+	0,5	3,0*	3,0	6,0	4,5	1,0+	2,5	4,0	5,3	2,4	8,0·	7,0+·	5,0	10,0+·	7,5·	2,0+	1,0	1,0+	3,0	4,0	5,0
26	1,5+	1,0	1,8+	1,8	2,7	2,2	3,0	4,5	1,0*	7,2·	8,2·	6,5	5,7	6,5	6,5	7,0·	9,0·	6,5	0,5+	2,5	3,5+	5,5	3,0	1,0
27	3,0+	3,0	1,5	2,2	0,5+	1,0	3,0	4,0	2,5+	1,8	2,5	3,0	9,0·	8,5·	9,0·	9,0·	7,5·	7,0·	3,5+	3,0	6,0+	5,5	4,0	3,5
28	3,0*	2,5	3,7	3,5	3,0+	2.0	4,0	6,0	4,0+	3,0	2,5	0,5	9,3+·	9,8·	10,0·	8,5·	4,0	4,5	5,5	7,0·	2,0+	1,0	3,5+	9,0·
29	3,0	3,0	1,5	0,5			7,0·	7,0·	5,5	3,0	4,5	5,0	9,0·	8,0·	7,5·	9,5·	2,0+	6,0	8,0·	8,0·	3,5*	3,0	7,0·	6,5
30	3,0	1,5	4,0	4,0			7,0·	7,0·	6,0	5,0	3,0	4.5	8,5·	5,0	9,5+·	10,0·	3,0+	4,0	8,5·	11,0·	3,0*	3,0	1,5	2,5
31	1,5	1,5	1,5	1,0			7,5·	8,5·			7,5·	2,0			7,5·	5,5	6,5+	6,0			0.5*	1,5		

(1) In questa Tavola sono contrassegnate le variazioni un po'notevoli a cominciare da quella di 7° gradi. Pei moti tromometrici si usano gli stessi segni (+, *) e le medesime convenzioni indicate già nella *Nota* della Tavola II.

TAVOLA VII.

Variazioni termometriche diurne (dalle 9 a. alle 3 p.) e notturne (fra le 3 p. e le 9 a. del giorno seguente) dedotte dalle osservazioni della Specola di Firenze, con alcune indicazioni principali riguardo al moto tromometrico, per l'anno meteorico 1873–1874 (1).

Giorni	Dic. 1873		Genn. 1874		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno		Luglio		Agosto		Settembre		Ottobre		Novembre	
	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1	1,5*	1,0	7,0·	7,0·	11,0·	9,0·	1,5+	6,5	2,0	4,0	5,0	5,0	8,5·	7,0·	11.5·	9,5·	3,0	1,0	10,0·	9,5·	4,2	8,5·	9,5·	9,0·
2	1,0*	1,0	9,0+·	5,5	6,0+	6,0	1,5	3,5	4,5	5,0	6.0	7,5·	7,5·	9,5·	10,5·	9,5·	3,0	4,0	10.0·	10,0·	1,7	1,2	9,0·	11,0·
3	1,0*	1,0	3,5+	0,5	4,5	5,5	2,5	3,5	7.0·	10,0·	0·	1,0	10,5·	10,5·	10,3·	9,2·	5,0	5,0	11,0·	12,5·	3,0+	4,3	8,5·	9,5·
4	2,0+	4,0	3,0+	1,0	8,0·	9,0·	3,2	6,2	11.5	8,5	7,0·	1,0	12,5·	8,5·	10,7·	10,2·	5,0	3,0	11,5·	10,5·	4,3+	4,0	10,5·	10,0·
5	5,0	10,0·	2,0	4,5	10,5·	8,0·	7,0·	7,5·	1,5+	6,0	2,0+	5,0	11,0·	10,5·	9,0·	9,5·	0,	3,0	9,5·	9,0·	5,3	3,3	10,0·	10,0·
6	7,0·	2,0	5,0+	2,0	12,0·	2,5	8,0·	9,5·	1,5+	2,5	5,5	3,5	5,5	5,0	10,0·	9,0·	5,5	5,5	8,0·	9,0·	2,3	1,3	11,5·	9,0·
7	1,0+	4,0	1,0	1,5	5,0	3,5	11,0·	11,0·	6,5	5,5	2,5	2,0	12,0·	11,0·	9,5·	8,0·	8,5·	6,5	7,5·	6,5	2,0	3,7	8,0·	5,0
8	0,3+	1,3	3,5	7,5·	2,0+	5,5	12,5·	9,0·	2,0	0·	2,5	0,5	9,0·	9,0·	6,5	5,0	5,5	8.0·	8,5·	9,0·	4,7	3,0	5,0	4,5
9	2,0*	0·	6,0	8,5·	9,0·	9,0·	9,0·	2,5	3,0	3,0	4,5+	6,0	10,0·	10,0·	0·	3.5	3,0	5,5	10,5·	8,0·	5,5	4,5	3,5	8,0·
10	2,0*	1,0	6,5·	7,5·	6,0+	8,0·	8,0	1,0	4,5	1,5	1,5+	0,5	8,0·	9,0·	3,5	4,5	9,0·	5,0	4,0	3,5	5,5·	7,8·	8,5·	11,5·
11	3,0+	4,0	7,0+·	6,0	3,0+	6,0	0,5+	2,5	1,5+	0,5	2,5+	4,0	8,0·	7,5·	1,0	0,5	4,5	2,5	3,0+	6,5	7,5	7,4·	10,0·	9,0·
12	4,5	6,5	6,0	7,0·	9,0+	9,5·	1,5	3,0	2,0+	1,0	2,5+	0,5	9,0·	9,0·	3,5	2,5	3,0	6,0	7.5·	4,0	5,9	4,0	7,0·	6,0
13	8,0·	10,0·	7,8·	9,3·	12,5+·	4,0	3,0	7,0·	0,5	1,5	1,0+	1,0	6.5	12,0·	4,0	4,5	7,8·	7,3·	1,5+	5.5	4,1	8,5·	2,5	0,5
14	7,0·	10,0·	9,5+·	3,5	7,0·	4,0	9,3·	5,8	4,0	5,5	2,5	3,5	0,5	0,5	7,5·	6,5	8,5·	10,5·	0,5+	2,0	8,7·	7,5·	0,5+	1,5
15	7,0·	8,0·	6,0	3,0	5,8	6,8	10,5·	3,5	0,8	3,7	3,0	4,0	3,0	5,0	6,5	6,5	4,5	5,5	2,5	1,0	7,5·	6,0	3,0	1,0
16	8,0·	2,1	2,5	0,5	3,0*	3,5	6,0	9,5·	4,0	4,5	1,5	5,5	5,5	7,0·	6,5	9,0·	7,5·	9,0·	0·	1,5	3,7·	1,4	3,5	7.5·
17	2,4+	6,0	3,0+	3,0	4,3*	3,2	11,0·	5,5	3.5	1,0	8,0·	7,5·	10,5·	6,0	9,0	7,5·	8,5·	4.0	6,0	6,5	6,5	5,8	3,7	5,2
18	6,5	4,5	2,8+	6,3	1,0+	5,0	5,5	5,5	1.0	3,0	1,0	1,5	11,0·	13.5·	2,5	1,5	3,5	3,5	7,5·	5,5	4,0	6,0	9,0·	6,5
19	2,5	1,0	10,0·	12,0·	2,0+	1,5	4,0	5,0	4.0	4,5	8.0·	3,5	13,0·	8,5·	3,0	4,5	2,0	4,5	8,5·	8,0·	7,0·	6,0	6,0	3,5
20	2,0	1,5	10,0·	10,5·	0,5+	2,0	5,0	5,0	9,5·	8,5·	5,0	3,0	8,3·	7,3·	6,3	6,8	2,5	2,0	7,7·	7,9·	4,5	4,5	3,8*	9,8·
21	2,0	3,0	9,0·	9,0·	2,0	7,5·	8,0·	10,5·	8,2·	7,2·	5,0	6,0	11,5·	9,5·	7,7·	7,7·	7,0·	6,5	0,3	1,0	2,5	3,5	9,5·	10,0·
22	4,0	5,5	4,3	3,8	7,5·	4,5	8,5·	4,0	8,0·	8,5·	1,8	2,8	0·	3,0	8,0·	5,5	4,0	3,5	6,0	4,5	1,5	2,5	3,5	6,0
23	4,5	7,5·	10,0·	6,5	6,8	9,8·	3,5	5,0	8.8·	8,1·	3,8	0,3	8,0·	9,0·	4,0	3,5	4,5	9.0·	6,5	4,5	3,5	7,0·	8,5·	2,0
24	2,5	2,0	4,2	6,2	9,5·	4,5	2,5	3,0	7,3·	6,5	2,5	2,0	7,5·	7,5·	3,0	0,5	11,0·	8,0·	4,5	7,0·	3,0	4,5	0·	2,5
25	1,0	2,5	9,0·	5,0	4,0	6,0	2,5	7,5·	1,8	1,8	6,0·	7,0·	8,0	5,0	4,0+	1,5	8,2·	8,2·	8,2·	9,7·	4,0	3,5	0,3	1,8
26	2,0	0,5	2,0	10,0·	7,0·	5,0	12,2·	7,7·	6,0	5,0	6,5	4,5	5,5	6,0	7,0·	4,5	4,0	8,0·	8,5·	8,5·	4,9	4,9	1,5	5,0
27	4,2+	1,3	8,5·	2,0	5,0	0·	8,5·	2.5	3,7	4,7	3,0	6,5	7,5·	5,5	6,5	8,0·	8,8·	6,8	7,5·	8,5·	7,0·	9,0·	1,1	1,0
28	1,5*	6,5	3,5+	8,0·	5,0+	5,0	1,5	3,0	0,5	6,7	8,0·	8,5·	7,0	6,5	9,5·	10,0·	8,5·	6.5	8,5·	8,7·	10,0·	10,5·	3,0+	7,0·
29	1,0+	5,0	6,3+	8,8·			6,0	9,0·	2,2	3,0	9,0	5,0	4,0+	5,0	10,5·	12,5·	2,0	2,5	8,2·	8,0·	9,5·	9,5·	8,5·	1,0
30	1,8+	5,8	8,5	6,0			8,0·	6,5	8,0·	3,0	5,0	7,0·	9,0·	8,5·	4,0+	5,0	7,0·	7,5·	0·	1,3	8,5·	9,0·	5,0	2,5
31	6,0	7,0·	8,5·	11,5			7,5·	4,0			8,8·	7,3·			6,5	2,5	8,5·	8,5·			9,0·	9,0·		

(1) In questa Tavola sono contrassegnate le variazioni un po' notevoli a cominciare da quella di 7° gradi. Pei moti tromometrici si usano gli stessi segni (+, *) e le medesime convenzioni già indicate nella *Nota* della Tavola II.

TAVOLA VIII.

Confronto fra le medie diurne Tromometriche notevoli, e le variazioni di temperatura entro la vetrata del Sismometro, e le massime differenze tromometriche dell'atmosfera osservate in quei medesimi giorni a Firenze nell'anno meteorico 1872-1873.

Giorno	Intensità Tromometrica	Variaz. Term. entro la vetrata notte	Variaz. Term. entro la vetrata giorno	Variaz. Term. dell' atmosfera giorno	Variaz. Term. dell' atmosfera notte
Dicembre 1872					
1	XIII	—	—	3°,5	0°,5
2	XV	—	—	4,0	6,2
3	XVIII	—	—	1,0	1,3
4	III	—	—	0·	0,7
5	VII	—	—	0,8	3,5
6	XIX	—	—	3,0	0,5
7	VIII	—	—	2,0	2,0
9	XIII	—	—	0,2	2,0
10	V	—	—	2,5	0,5
11	I	—	—	1,0	4.0
12	XIX	—	—	4,0	6,0
14	XX	—	—	2,0	3,0
15	X	—	—	6,2	7,7·
17	XXI	—	—	3,5	0,5
18	XVI	—	—	2,0	3,0
19	XVII	—	—	4,0	6,0
20	XIX	—	—	5,0	6,0
21	XII	—	—	2,5	0,5
22	XXII	—	—	3,0	8,0·
23	XVIII	—	—	3,7	2,2
24	XX	—	—	4,0	0,5
25	VI	—	—	1,7	0,3
26	XV	—	—	1,5	1,0
27	XVIII	—	—	3,0	3,0
28	XXIV	—	—	3,0	2,5
Gennaio 1873					
1	XXI	—	—	0,5	0,5
5	IX	—	—	7,3·	6,2
6	XXII	—	—	6,0	7,0·
7	XVIII	—	—	6,0	8,5·
8	XX	—	—	3.0	1,0
9	XXII	—	0,3	5,5	1,5
10	XXI	0,1	0,4	5,5	7,0·
12	XXIV	0,5	0,8	4,5	3,0
14	XXIV	0,3	0,3	2,5	3,0
19	XX	0,3	0,8	3,8	1,3

Giorno	Intensità Tromometrica	Variaz. Term. entro la vetrata notte	Variaz. Term. entro la vetrata giorno	Variaz. Term. dell' atmosfera giorno	Variaz. Term. dell' atmosfera notte
Gennaio 1873					
20	XIII	0°,3	0°,4	0°,5	3°,0
21	VI	0.1	0,1	2.0	8,5·
22	I	0,9	0.9	8,0·	1,5
23	XXII	0,2	0,5	2,5	6,5
24	XXI	2,4·	1,9·	4,8	2,3
25	XXII	1.0·	1,0·	0,5	0,5
26	XXI	0·	0,4	1,8	1,8
Febbraio 1873					
1	XVI	0·	1,6·	1,5	4,0
2	XVIII	0,3	0,6	4,8	1,3
3	II	0,1	0,4	0,5	0,5
4	XX	0·	0,4	0,5	4,0
5	XVII	0·	0,4	1.8	1,3
6	XI	0,2	0.4	1,5	1,5
7	XXI	0,5	0,5	5,7	2.2
8	XXI	0.	0,3	1,5	2,5
9	XIX	0·	0,7	5,0	8,0·
10	XVIII	0.3	1,9·	7,0·	9,0·
12	XXII	0,1	1,3·	1.5	4,0
13	XVII	0,7	1,0·	1,0	2,5
14	XIII	0,4	0,7	5,0	7,5·
15	XVII	0,6	1,0·	10,0·	10,0·
17	XXI	0·	0,5	7,3·	4,8
21	XVI	0·	1,6·	6,5	5,0
25	VIII	0,4	1,4·	3,0	3,0
27	XX	0·	0,3	0,5	1,0
28	XVII	0,1	0,8	3,0	2,0
Marzo 1873					
1	XXIV	0,8	1,1·	6,5	6,5
3	XXII	0·	0,6	3,5	4,0
12	X	0,1	0,9	3,5	1,5
13	XVI	1,3·	2,0·	3,0	5,0
14	XVIII	0,2	0,7	2.5	2,0
15	XXIV	0,3	0,9	6,0	8,0·
17	XIII	0,9	1,5·	2,0	1,0
18	XVI	0,5	1,1·	1,5	6,0

Giorno	Intensità Tromometrica	Variaz. Term. entro la vetrata notte	Variaz. Term. entro la vetrata giorno	Variaz. Term. dell' atmosfera giorno	Variaz. Term. dell' atmosfera notte
Marzo 1873					
20	XXIV	0°,4	0,7	3,0	1,0
Aprile 1873					
6	XXII	1,0·	0,9	0,5	0·
7	XVI	0,5	1,1·	0,5	4,0
8	XIX	0,6	1,3·	0,5	4,5
10	XIX	0,1	0,9	2,0	8,0·
11	XXIII	0,6	0,7	1,0	1,0
12	XXIV	0.5	1,4·	5,0	3,0
17	XXII	0,2	0,6	5,0	3,0
22	XVII	0,7	2,6·	7,0·	4,0
24	XVII	0,1	0,6	0·	2,0
25	XVII	0,5	0,6	1,0	2,5
26	XIV	1,8·	1,4·	1,0	7,2·
27	XXII	0,4	1,5·	2,5	1,8
28	XXIII	0,7	1,4·	4,0	3,0
Maggio 1873					
4	XXIII	0·	1,2·	4,0	7,0·
8	XIV	0,6	1,2·	3,8	5,0
16	XXI	1,6·	2,8·	10,0·	8,5·
Giugno 1873					
4	XXIV	0,1	1,1·	0·	3,0
8	XVII	0,3	0,6	4,4	0,6
13	XVIII	1,0·	1,7·	0,7	3,5
14	XXIII	0,7	1,7·	6,0	4,0
15	XXII	0,6	1,8·	5,0	4,2
17	XXIII	0,5	0,8	3,0	0·
28	XXI	2,0·	4,0·	9,3·	9,8·
Luglio 1873					
22	XII	0,8	2,7·	9,0·	10,0·
25	XXII	0,9	1,4·	7,0·	5,0
30	XXIV	1,6·	2,7·	9,5·	10,0·
Agosto 1873					
8	XX	1,1·	2,4·	8,5·	9,0·
10	XXII	1,4·	1,7·	1,0	5,0
13	XXIV	0,8	0,9	5,0	7,0·
20	XVIII	0·	1,0·	0,7	5,3

Giorno	Intensità Tromometrica	Variaz. Term. entro la vetrata notte	Variaz. Term. entro la vetrata giorno	Variaz. Term. dell' atmosfera giorno	Variaz. Term. dell' atmosfera notte
Agosto 1873					
21	XXII	1,8·	2,6·	8,0·	8,0·
25	XXIV	1,1·	2,3·	10,0·	7,5·
29	XV	0,6	1,3·	2,0	6,0
30	XXIV	1,0·	1,1·	3,0	4,0
31	XXII	1,3·	2,2·	6,5	6,0
Settembre 1873					
5	XXIV	1,0·	2,0·	6,3	4,8
7	XXI	0,2	0,7	4,0	1,5
8	XIX	0,3	0,6	3,5	2,0
11	XXIII	0,4	1,4·	6,0	7,5·
15	XVII	0,8	0,7	3,0	5,0
16	XVII	0,8	0.4	2,0	3,5
17	XXIV	1,0·	1,6·	6,5	6,5
25	XXIII	1,7·	1,1·	3,0	1,0
26	XXII	0,2	0,5	0,5	2,5
28	XXIV	0,1	1,2·	5,5	7,0·
Ottobre 1873					
9	XVII	0·	0,6	3,0	3,0
10	XXIII	0,1	0,2	6,0	1,0
16	XXIV	0,6	0,7	1,0	3,5
17	XXIII	0,7	0,7	5,5	4,0
18	XXI	0,3	0,6	4,0	6,5
22	XXIV	1,6·	1,2·	4,0	0,5
25	XV	0,1	0,3	1,0	3,0
26	XXIV	0,1	0,1	5,5	5,5
27	XXIII	1,5·	1,1·	6,0	5,5
28	XXII	0,2	0,8	2,0	1,0
29	IV	0·	0,7	3,5	3,0
30	V	0·	0,5	3,0	3,0
31	XII	0·	0,2	0,5	1,5
Novembre 1873					
14	XVIII	0·	0.1	0,5	2,5
20	XVI	1,1·	1,0·	8,0·	8,0·
21	XXIV	0,7	1,5·	8,0·	1,0
28	XXIV	0,4	0,5	3,5	5,0
—	—	—	—	—	—

Valori angolari delle medie più notevoli dell'anno, per ordine di grandezza

I = 22',4
II = 21, 8
III = 20, 6
IV = 20, 0
V = 19, 4
VI = 17, 6
VII = 16, 9
VIII = 16, 3
IX = 15, 7
X = 15, 1
XI = 14, 5
XII = 13, 3
XIII = 12, 7
XIV = 12, 1

XV = 11, 5
XVI = 10, 9
XVII = 10, 3
XVIII = 9, 7
XIX = 9, 1
XX = 8, 5
XXI = 7, 9
XXII = 7, 3
XXIII = 6, 7
XXIV = 6, 0

TAVOLA IX.

CONFRONTO FRA LE MEDIE DIURNE TROMOMETRICO NOTEVOLI,
E LE VARIAZIONI DI TEMPERATURA ENTRO LA VETRATA DEL SISMOMETRO,
E LE MASSIME DIFFERENZE TROMOMETRICHE DELL'ATMOSFERA
OSSERVATE IN QUEI MEDESIMI GIORNI A FIRENZE NELL'ANNO METEORICO 1873—74.

Intensità Tromometrica		Variaz. Term. entro la vetrata		Variaz. Term. dell'atmosfera	
Dicembre 1873					
1	VI	0°1	0°2	1°5	1°0
2	IV	0,1	0,5	1,0	1,0
3	V	0,1	0,4	1,0	1,0
4	XIII	0	0,4	2,0	4,0
7	XII	0	1,2	1,0	4,0
8	VIII	0,4	0,3	0,3	1.3
9	II	0,2	0,5	1,0	0
10	IV	0,1	0,1	2,0	1,0
11	XII	0,1	0,3	3,0	4,0
17	XV	0	0,7	2,4	6,0
27	VII	0,7	0,9	4,2	1,3
28	III	0,1	0,9	1,5	6,5
29	IX	0,2	0,4	1,0	5,0
30	XVI	0,5	0,5	1,8	5,8
Gennaio 1874					
2	XIII	0,3	1,0	9,0	5,5
3	XV	0,8	0.6	3,5	0,5
4	XII	0,1	0,6	3,0	1,0
6	XVI	0,1	0,8	5,0	2,0
11	XIV	0,6	0,9	7,0	6,0
14	XVI	0,8	1,0	9,5	3,5
17	XVI	0,1	1,6	3,0	3,0
18	XII	0,3	0,6	2,8	6,3
28	XIII	0,2	0.5	3,5	8,0
29	X	0,2	0,5	6,3	8,8
Febbraio 1874					
2	XIII	0,1	0,5	6,0	6,0
8	XVI	0,1	0,7	2,0	5,5
10	XVI	0,6	0,6	6,0	8,0
11	XI	0,7	0,9	3,0	6,0
12	XV	0,1	0,6	9,0	9,5
13	XV	1,0	1,2	12,5	4,0
16	VI	0,1	0,9	3,0	3,5
17	I	0,2	0,9	4,7	3,2
18	IX	0	0,9	1,0	5,0
19	XV	0,5	0,3	2,0	1,5
20	XI	0,4	0,6	0,5	2,0
28	IX	0	0,7	5,0	5,0

Intensità Tromometrica		Variaz. Term. entro la vetrata		Variaz. Trom. dell'atmosfera	
Marzo 1874					
1	XIV	0°1	0°3	1°5	6°5
11	XVIII	0	1,5	0,5	2,5
Aprile 1874					
5	XIII	0,1	0,5	1,5	6,0
6	XV	0,5	0,5	1,5	2,5
11	XV	0,1	0,4	1,5	0,5
12	X	0,2	0,3	2,0	1,0
Maggio 1874					
5	XVI	1,1	1,5	2,0	5,0
9	XIV	0,5	0,8	4,5	6,0
10	XV	0,7	0,4	1.5	0,5
11	XVI	0,2	0,5	2,5	4,0
12	XV	0,3	0,5	2,5	0,5
13	XVI	0.	1,0	1,0	1,0
Giugno 1874					
29	XIV	0,1	0,8	4,0	5,0
Luglio 1874					
25	XIV	0,4	1,6	4,0	1,5
30	XV	0,3	0,8	4,0	5,0
Agosto 1874					
—	—	—	—	—	—
Settem. 1874					
11	XI	0,2	0,5	3,0	6,5
13	X	0,3	0,5	1,5	5,5
14	XVI	0,1	1,2	0,5	2,0
Ottobr. 1874					
3	XIII	0,6	0,2	3,0	4,3
4	XV	0,3	0,6	4,3	4,0
16	V	0,1	0,4	3,7	1,4
Novem. 1874					
14	VIII	0,2	0,8	0,5	1,5
20	VI	0,1	0,5	3,8	9,8
28	XV	0,2	0,4	3,0	7,0

Valori angolari delle medie più notevoli dell'anno, per ordine di grandezza	
I	23''·0
II	21·2
III	13·9
IV	13·3
V	12·7
VI	12·1
VII	11·5
VIII	10·9
IX	10·3
X	9·7
XI	9·1
XII	8·5
XIII	7·9
XIV	7·3
XV	6·7
XVI	6·0

TAVOLA X.

Numero delle Variazioni notevoli di temperatura (1) discordanti dalla media tromometrica diurna dal Nov. 1872 al Nov. 1874.

Mesi	1872 — 1873 Entro la vetrata	1872 — 1873 Dell'atmosfera	1873 — 1874 Entro la vetrata	1873 — 1874 Dentro e fuori la vetrata	1873 — 1874 Dell'atmosfera
Dicembre	—	0	3	—	11
Gennaio	4	4	7	—	22
Febbraro	3	5	5	0	18
Marzo	11	13	20	16	24
Aprile	15	13	17	11	13
Maggio	32	15	23	10	12
Giugno	26	18	42	27	41
Luglio	37	32	39	22	27
Agosto	27	27	22	—	23
Settembre	24	19	19	—	34
Ottobre	10	10	10	—	20
Novembre	6	6	7	—	25

TAVOLA XI.

Confronto tra tutte le medie tromometriche mensili ed il numero di tutte le variazioni termometriche notevoli osservate mese per mese nei due anni meteorici 1873 e 1874.

Mesi	1872 — 1873 Medie Mensili Tromom.e	1872 — 1873 Var. Term. entro la vetrata	1872 — 1873 Var. Term. dell'atmosfera	1873 — 1874 Medie Mensili Tromom.e	1873 — 1874 Var. Term. entro la vetrata	1873 — 1874 Var. Term. entro la vetrata	1873 — 1874 Var. Term. dell'atmosfera
Dicembre preced.	10″,3	—	2	6″,7	4	—	11
Gennaio	7″,3	5 (1)	7	4″,8	10	—	27
Febbraio	8″,5	10	12	6″,3	7	2 (2)	19
Marzo	4″,8	17	13	3″,3	21	16	24
Aprile	5″,4	22	16	3″,0	17	13	13
Maggio	4″,2	84	18	2″,7	26	11	12
Giugno	4″,2	34	20	1″,2	41	28	41
Luglio	1″,8	41	37	1″,2	40	22	27
Agosto	4″,2	52	34	1″,5	31	—	23
Settembre	4″,8	33	21	2″,1	19	—	34
Ottobre	6″,0	15	10	8″,0	10	—	20
Novembre	3″,0	9	9	3″,6	7	—	27

(1) Queste variazioni si computano come si è detto nelle Tavole precedenti e le medie tromometriche discordanti sono quelle che non giungono al valore angolare di 6″.

TAVOLA XII.

VELOCITA' DEL VENTO OSSERVATA QUANDO IL TROMOMETRO NOTAVA *ZERO*

Mese	Ora dell'osservaz. t.m. di Roma	Tempo trascorso dall' osserv. precedente	Velocità oraria del vento in kilometri	Mese	Ora dell'osservaz. t. m. di Roma	Tempo trascorso dall'osserv. precedente	Velocità oraria del vento in kilometri
Marzo 4	5°59' p.	1°9'	kil. 13	Marzo 25	7°47' p.	0°55'	Kil. 11
5	10 1 a.	1.34	11	»	8.35 p.	0.48	21
7	6.5 a.	8.20	7	26	5.21 a.	7.31	5
»	7.38 a.	1.4	10	»	7.0 a.	1.6	7
»	2.10 p.	1.13	4	»	1.5 p.	0.32	7
8	5.15 a.	7.10	—	»	3.32 p.	0 17	9
»	12.4 p.	0.54	4	»	8.50 p.	1.5	14
»	2.29 p.	1.33	6	»	9.45 p.	0.55	18
9	5.33 a.	7.33	—	27	10.2 a.	1.44	2
»	7.31 a.	0.57	—	»	10.17 a.	0.15	—
»	1.38 p.	0.44	5	»	11.10 a.	0.53	3
»	3.26 p.	1.48	2	»	12.15 a.	1.5	4
»	7.20 p.	1.5	3	28	5.30 a.	7.40	4
10	5.35 a.	7.40	8	»	6.31 a.	1.1	6
»	7.25 a.	0.52	16	29	6.57 a.	1.32	5
13	5.35 a.	7.45	16	»	5.5 p.	1.38	5
14	5.35 a.	7.50	4	30	10.43 a.	1.28	3
16	1.47 p.	0.41	5	»	8.40 p.	0.55	3
»	3.12 p.	1.25	4	»	9.50 p.	1.10	3
»	3.50 p.	0.38	6	31	9.50 p.	1.0	—
»	10.5 p.	1.24	27	Aprile 1	3 20 p.	1.9	7
17	5.30 a.	7.25	4	»	4.52 p.	1.32	6
»	7.20 a.	0.53	—	»	10.15 p.	1.35	3
»	1.20 p.	0.20	10	2	4.28 p.	1.54	3
»	2.54 p.	1.3	9	»	10.5 p.	1.15	3
»	8.40 p.	0.52	4	6	8.40 p.	1.10	5
18	6.33 a.	0.43	7	7	6.20 a.	8.15	3
»	9.58 p.	1.39	10	»	5·00 p.	1.55	4
19	7.47 a.	1.54	9	»	6.23 p.	1.23	4
»	12.11 p.	0.59	3	»	8.35 p.	1.00	8
21	6.25 a.	8.30	3	8	11.26 a.	0.59	15
»	8.20 a.	0.49	—	»	3.58 p.	2.39	21
22	6.17 a.	8.22	3	»	8.35 p.	1.41	14
»	8.24 a.	8.27	—	9	9·50 p.	1·10	4
»	9.32 a.	1.8	2	10	5.35 a.	7.45	4
»	12.3 p.	0.49	5	11	5.35 a.	7.45	10
»	2.13 p.	1.21	5	13	9.50 p.	1.15	35
»	4.51 p.	0.25	5	14	5.50 a.	8.0	18
»	8.24 p.	0.11	2	»	8.40 p.	1.24	—
»	9.53 p.	1.29	2	15	5.25 a.	7.35	7
23	5.20 a.	7.27	2	17	2.31 p.	1.9	9
»	7.30 a.	1.1	—	18	5.35 a.	0.43	4
»	11.13 a.	0.53	2	»	8.40 p.	1.47	2
»	12.57 p.	0.53	9	19	6.58 a.	1.8	—
»	2.13 p.	1.16	11	»	1.20 p.	0.43	4
»	8.35 p.	1.8	17	»	6.0 p.	2.36	—
24	7.31 a.	1.1	10	20	12.39 p.	1.19	4
»	8.21 a.	0.50	11	»	5.5 p.	1.4	3
»	9.43 a.	1.22	15	»	7.0 p.	1.55	5
»	10.30 a.	0.47	20	»	8.40 p.	1.40	3
»	12.4 p.	0.48	17	»	9.55 p.	1.15	11
»	2.4 p.	1.15	24	21	5.25 a.	7.30	2
»	4.26 p.	0.54	19	»	9.5 a.	0.45	2
»	5.0 p.	0.34	23	»	10.5 a.	1.0	2
»	5.53 p.	0.53	23	»	8.5 p.	1.0	15
»	8.35 p.	0.26	14	»	8.40 p.	0.35	8
25	6.14 a.	8.9	12	22	5.25 a.	7.26	2
»	6.37 a.	0.23	14	»	11.57 a.	0.43	4
»	6.55 a.	0.18	16	»	7.5 p.	3.2	8
»	9.39 a.	0.42	11	»	9.40 p.	1.0	3
»	11.18 a.	1.39	13	23	5.10 a.	7.30	2
»	12.5 p.	0.47	12	»	7.0 a.	1.50	2
»	1.35 p.	1.30	13	»	8.15 a.	1.15	3
»	5.42 p.	0.41	23				

TAVOLA XIII.

Agitazione del tromometro nei periodi di calma perfetta del vento.

Data	Ora t. m. di Roma	Durata del periodo	Moto tromometrico
Marzo 7 8	9° 18′ p. 11° 10′ a.	13° 32′	5″.4 — 0″.0
8 »	5° 52′ p. 8° 9′ p.	2° 17′	4″.8 — 0″.6
8 9	10° 0′ p. 9° 12′ a.	11° 12′	7″.3 — 0″.0
10 »	7° 9′ p. 8° 40′ p.	1° 31′	7″.3 — 6″.0
15 »	6° 23′ a. 8° 53′ a.	2° 30′	6″.7 — 4″.8
16 »	5° 45′ a. 10° 2′ a.	4° 17′	6″.0 — 4″.2
17 »	6° 27′ a. 9° 46′ a.	3° 19′	3″.0 — 0″.0
19 »	4° 40′ p. 8° 28′ p.	3° 48′	5″.4 — 1″.2
22 »	6° 17′ a. 8° 24′ a.	2° 7′	3″.6 — 0″.0
23 »	6° 29′ a. 8° 18′ a.	1° 49′	2″.4 — 0″.0
28 »	7° 50′ a. 9° 46′ a.	1° 56′	1″.2 — 0″.6
30 »	5° 25′ a. 9° 15′ a.	3° 50′	3″.6 — 0″.6
Aprile 2 »	5° 50′ a. 10° 28′ a.	4° 38′	3″.6 — 0″.6
2 »	6° 7′ p. 8° 11′ p.	2° 4′	1″.2 — 0″.6
3 »	6° 14′ a. 8° 5′ a.	1° 51′	1″.2 — 0″.6
10 »	5° 35′ a. 8° 20′ a.	2° 45′	3″.6 — 1″.8
18 19	9° 52′ p. 8° 29′ a.	10° 37′	3″.0 — 0″.0
21 »	5° 25′ a. 8° 20′ a.	2° 55′	1″.8 — 0″.0

TAVOLA XIV.

Medie diurne tromometriche e anemometriche dal 4 Marzo al 22 Aprile 1874.

Giorni del mese	Anemometro Velocità oraria in Chilom.	Tromometro Valore angolare.
Marzo 4	kil. 18	3″ . 6
5	13	3″ . 6
6	11	5″ . 4
7	6	3″ . 6
8	3	3″ . 0
9	4	1″ . 2
10	9	5″ . 4
11	8	10″ . 9
12	16	4″ . 8
13	14	5″ . 4
14	10	4″ . 2
15	5	4″ . 2
16	7	3″ . 0
17	5	1″ . 2
18	5	3″ . 0
19	5	3″ . 0
20	3	4″ . 2
21	9	1″ . 2
22	4	0″ . 6
23	9	1″ . 2
24	14	0″ . 6
25	12	0″ . 3
26	6	1″ . 8
27	3	1″ . 8
28	6	2″ . 4
29	7	3″ . 0
30	4	1″ . 8
31	3	1″ . 8
Aprile 1	5	1″ . 2
2	2	1″ . 8
3	4	2″ . 4
4	7	3″ . 6
5	12	7″ . 9
6	7	6″ . 7
7	5	1″ . 8
8	17	1″ . 8
9	12	3″ . 0
10	5	3″ . 0
11	11	6″ . 7
12	10	9″ . 7
13	22	4″ . 2
14	11	3″ . 0
15	8	4″ . 2
16	11	1″ . 8
17	5	1″ . 8
18	5	2″ . 4
19	2	1″ . 8
20	3	1″ . 2
21	6	0″ . 6
22	3	1″ . 2

CORRISPONDENZA

Il Segretario comunica una lettera del Prof. Francesco Egesippo Vallès, colla quale egli ringrazia l'Accademia per la nomina di Corrispondente straniero.

D. B. Boncompagni, presentando all'Accademia un esemplare d'un opuscolo del Sig. Ing.re Prof. Ferdinando Jacoli (1), comunica quanto segue :

« In questo lavoro sono date notizie intorno a due rari opuscoli di Raffaele Gualterotti fiorentino, de'quali due il primo è intitolato « DISCORSO, ecc. SOPRA » L'APPARIZIONE DE LA NVOVA STELLA, ecc. IN FIRENZE, ecc. M DC V. », ed il secondo « SCHERZI DEGLI SPIRITI ANIMALI , ecc. IN FIRENZE , ecc. M DC V. » Del secondo di questi opuscoli il Sig. Jacoli riporta (pag. 22, lin. 37–43) un passo, nel quale è asserito che la curva descritta da un proietto è una parabola. Avverte quindi (pag. 26, lin. 3–6) che l'opuscolo medesimo avendo la data del 1605, il Gualterotti pubblicò quest'asserzione 27 anni prima che venisse in luce l'edizione fatta nel 1632 dell'opera del P. Bonaventura Cavalieri intitolata « LO SPECCHIO » VSTORIO », ecc., la quale edizione è il più antico libro stampato, finora cognito, in cui trovasi l'asserzione stessa. Il Sig. Jacoli riporta anche (pag. 19, lin. 1–38) un passo d'un opuscolo di Michele Maestlin, stampato nel 1596, assai raro ed ignoto al Lalande, nel qual passo è data per la prima volta la vera spiegazione della luce cinerea della luna. Di quest'opuscolo egli indica (pag. 19, lin. 44–53) due esemplari de'quali uno è nella Biblioteca Reale Pubblica di Stuttgart, e l'altro in quella dell'Osservatorio astronomico di Pulkowa ».

SOCI PRESENTI A QUESTA SESSIONE

Prof. Mattia Azzarelli – Monsig. F. Regnani – P. F. Provenzali – Prof. T. Armellini – Comm. A. Cialdi – D. B. Boncompagni – Cav. Prof. Michele Stefano De Rossi – Conte Ab. F. Castracane degli Antelminelli – Prof. V. Diorio.

L'Accademia riunitasi alle ore 4 pomeridiane, si sciolse alle ore 6.

OPERE VENUTE IN DONO

1. *Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti dal Novembre* 1874 *all'Ottobre* 1875 — Tomo Primo, Serie Quinta — *Dispensa Seconda* — Venezia Presso la Segreteria dell'Istituto nel Palazzo Ducale. Tip. Grimaldo e C. 1874—75. In 8°
2. *Atti della R. Accademia delle scienze di Torino pubblicati dagli Accademici Segretari delle due classi*. Vol. X, Disp. 2a (Dicembre 1874). Stamperia Reale di Torino di G. B. Paravia e C. In 8°
3. *Bullettino del Vulcanismo Italiano Periodico geologico ed archeologico per l'osservazione e la storia dei fenomeni endogeni nel suolo d'Italia redatto dal Cav. Prof. Michele Stefano De Rossi* — Anno II. Fascicoli I, II e III. — Gennaio, Febbraio e Marzo 1875. Roma Tipografia della Pace Piazza della Pace N. 35. 1875. In 8°
4. *Intorno a due scritti di Raffaele Gualterotti Fiorentino relativi alla apparizione di una nuova stella avvenuta nell'anno* 1604. *Nota dell'Ing.re Ferdinando Jacoli, ecc.* Estratto dal *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche* — Tomo VII. — Agosto 1874. Roma Tipografia delle Scienze Matematiche e Fisiche Via Lata, N.° 211 A. 1875. In 4°
5. *Rendiconto della R. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche* (Sezione della Società Reale di Napoli) — Anno XIV. — Fascicolo 1° — Gennaio 1875. In 4.°

---

(1) Vedi « OPERE VENUTE IN DONO », N.° 4.

ATTI
DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA
DE'NUOVI LINCEI

SESSIONE V^a DEL 25 APRILE 1875

PRESIDENZA DEL P. ANGELO SECCHI

MEMORIE E COMUNICAZIONI
DEI SOCI ORDINARI E DEI CORRISPONDENTI.

CONTRIBUZIONE
ALLA FLORULA DELLE DIATOMEE DEL MEDITERRANEO
OSSIA ESAME DEL CONTENUTO NELLO STOMACO
DI UNA SALPA PINNATA PESCATA A MESSINA

MEMORIA

DEL SIG. CONTE ABATE FRANCESCO CASTRACANE

Nell'ultima adunanza (Sessione IV del 21 Marzo 1875) ebbi l'onore di presentarvi, o Signori, delle pratiche Istruzioni per chi voglia raccogliere Diatomee, o ad uso di proprio privato studio o per gentile pensiero di coadjuvare lo studio degli altri e quindi promuovere gli interessi ed il progresso della scienza. In quella occasione descrissi le circostanze, nelle quali in maggiore abbondanza presentansi le Diatomee, e narrai dei caratteri che servono ad indicare lo stato di rigoglio nella vegetazione di quelle interessantissime alghette unicellulari. Dopo avere parlato delle Diatomee fossili o semifossili, e fra le viventi di quelle che abitano le acque dolci o salmastre o pure le marine e salse, le quali Diatomee sono le più svariate ed interessanti, suggerii diversi mezzi per potere impadronirsi delle istesse Diatomee marine. Fra questi diversi processi inculcai l'opportunità di ricercare le spoglie delle

Diatomee nello stomaco e fra le dejezioni dei molluschi, e fra tutti accennai e diedi la preferenza alle Salpe, le quali vagando ognora a traverso del mare hanno maggiore probabilità di fare preda di quelli generi e specie di Diatomee, le quali, non incontrandosi mai o quasi mai alla sponda o su le alghe, sono dette pelagiche, e che perciò essendo più difficili ad ottenersi sono le meno conosciute e quindi offrono maggior interesse all'osservatore. A dimostrare pertanto quanto un tale suggerimento possa riescire proficuo all'intento farò oggi argomento di questi brevi cenni il risultato ottenuto dall'esame di quanto racchiudevasi in valve di Diatomee nel tubo alimentare o stomaco di una *Salpa pinnata* pescata nelle acque di Messina. E a bello studio dissi voler parlare di quanto in quello racchiudevasi di Diatomee, mentre vi sarebbe altrettanto a dire se avessi da enumerare i molti organismi silicei o calcarei cioè Policistine Radiolarie Foraminifere e spicule calcari o silicee di Spongiarie e di Echinodermi.

La pochissima materia che ritrovai nella cavità gastrica di quel mollusco poteva in stato di secchezza raggiungere il peso di mezzo grano. Però avendo io riconosciuto a prova la diversità di risultato che ottenevasi dalla ispezione del contenuto dello stomaco dei diversi molluschi e delle diverse Salpe, cosicchè alcune non contenevano altro che poche specie e rade, mentre da altre ottenevansi numerose e interessanti forme, perciò mi persuasi della opportunità di osservare le Salpe e il contenuto del loro stomaco una alla volta. Così dovendo agire su scarsissimo materiale io lo poneva in piccolo provino di vetro e vi versava sopra lievissima quantità di acido azotico, del quale stimolava l'azione per mezzo della digestione al calore di una lampada. Per tale uso suggerirò una semplicissima ed economica lampada che da me stesso mi sono procurata con una piccola boccetta, il di cui turacciolo di sughero è traversato da un tubetto di vetro, nel quale faccio passare due o tre fili di lucignolo. Un tale genere di lampada è estremamente comodo e adatto alla digestione protratta, non tanto per la grandissima economia riducendosi il consumo a pochissimi grammi di petrolio che consumansi in ventiquattro ore, quanto per il sommo vantaggio della costanza con la quale puossi facilmente regolare la fiammellina, che perciò rende un calore pressochè costante. Questo è un piccolo dettaglio, e potrebbe essere riguardato come interamente frivolo, ed immeritevole che vi si spenda una parola, se non che chi è abituato ad operare sà quanta importanza possono avere talvolta alcuni dettagli come il sopraindicato, mentre ci dispensa dalle complicazioni di un laboratorio, e ci pongono al caso di eseguire delicate ricer-

che, ancorchè privi degli apparecchii più opportuni a indagini e lavori scientifici di tale natura. L'azione dell'acido azotico stimolata dal calore nell'attaccare la parte organica vegetale, e quanto poteva trovarsi in miscuglio di altre sostanze, le quali non fossero silicee, sviluppava dei vapori rutilanti di deutossido di azoto, i quali con il loro speciale colore indicavano il progresso dell'azione decomponente dell' agente chimico. A questo aggiungeva piccola quantità di acido cloroidrico, e finalmente a più riprese gettava nel provino quantità lievissima di clorato di potassa soppesto, il quale al contatto dell'acido sviluppava ossigeno allo stato nascente, riconosciuto quale mezzo eroico ad ottenere l' ossidazione delle sostanze organiche, il carbonio delle quali combinandosi con l'ossigeno risultante dalla decomposizione del clorato di potassa viene esportato in condizione di acido carbonico. Però l'impiego del clorato di potassa non è libero da inconvenienti producendo quantità di vapori disgustosi all'olfatto e quel che è peggio nocivi: questo non ha luogo o almeno non all'istesso grado con sostituire al clorato di potassa il bicromato.

Allorchè non ha più luogo ulteriore decomposizione, per cui si possa giudicare, che quanto nel materiale in esame si conteneva, che non fosse siliceo, o pure la combinazione dell'acido silicico con qualsivoglia base sia già scomparso, si arresta l'operazione, e si procede alle lavande, le quali sono dirette a liberare le sostanze silicee da qualsiasi consociazione con le soluzioni saline risultanti dalla combinazione dell'acido adoperato con una base terrosa o alcalina, che già dovette costituire la sostanza organica decomposta. Però l'aver da trattare delle lievissime quantità e direi meglio delle tracce di sostanza silicea in condizione di leggerissime valve di Diatomee mi pose nella necessità di agire con estrema cautela e diligenza al fine di non disperdere quel nonnulla, che avevo ottenuto dalla operazione. Quindi mi era forza il lasciar passare più ore prima di versare per decantazione la soluzione acida e salina sovraincombente alle traccie di Diatomee e particelle silicee. L'operazione veniva ripetuta molte volte adoperando acqua distillata purissima finchè una gocciolina di tale acqua di lavanda nel diseccarsi sul vetro non lasciasse quasi traccia. Dopo tutte queste successive operazioni e lavande e decantazioni, le quali per quanto accuratamente eseguite dovettero pure disperdere una parte delle tenuissime valve delle Diatomee, ottenni avere alcune poche goccie di acqua, le quali agitate nel provino lasciavano vedere a luce obliqua che qualche particella appena visibile rimaneva sospesa nel liquido. Con quelle poche goccie potei fare due preparazioni montate al balsamo di Canadà. Nel sottoporre quelle due preparazioni al microscopio, veduto come si presenta-

rono al mio sguardo curioso molte forme diverse di Diatomee aventi un'aspetto diverso da quelle che sogliono aversi dalle alghe, volli per mio studio istituirne diligente esame, ed esaminate le forme e i tipi diversi, che mi si offerivano in quelle, ne determinai le specie quando potei o seppi, riportandole in parziale registro, nel quale inscrivevo ancora il punto preciso di ciascuna preparazione dove avessi notato cose, che non potessi determinare, o che potessi giudicar nuove, o che per qualunque altro riguardo stimassi dovere richiamare l'attenzione.

Ma quì appunto incominciavano per me le dubiezze e le più gravi difficoltà, sapendo di entrare nel gineprajo della nomenclatura e delle definizioni dei generi e delle specie. Le difficoltà erano di potere avere riunita la letteratura riguardante le Diatomee, la quale si compone di molti volumi e dispendiose opere iconografiche, scritte in lingue diverse da far supporre che il naturalista sia un poliglotto; ma molto più spesso essa consiste in una farragine di brevi memorie disseminate in giornali scientifici o inserite nei volumi degli Atti e Transazioni delle diverse Accademie e Società, le quali non possono ottenersi dal commercio, e che impresse in scarso numero di copie sono interamente esaurite. Ma quando anche con grave difficoltà e forte dispendio e non pochi fastidii siasi arrivati a riunire quanto ne offre la bibliografia intorno alle Diatomee, non ci troviamo con questo molto avantaggiati per la poco diligenza usata nel formulare la definizione di una specie, cosicchè di ciascun tipo desidererebbesi in pari tempo avere la riproduzione iconografica. Ma disgraziatamente queste stesse immagini, nei pochi casi nei quali possono aversi, spesse volte sono ben lontane dal toglierci alle ambagi, perchè furono non infrequentemente eseguite con singolare negligenza o imperizia. Non citerò certamente i nomi degli autori, che furono così poco accurati, o che non seppero rendere il loro lavoro più proficuo alla scienza, la quale tanto singolarmente si giova di buoni disegni; chiunque come me ha dovuto adoperarsi nella determinazione degli organismi inferiori e specialmente delle Diatomee sa che se esistono alcuni lavori con disegni di mirabile finezza e fedeltà, troppo di frequente però si devono deplorare i sopraindicati inconvenienti.

Ho voluto accennare a queste troppo reali difficoltà, le quali ho dovuto incontrare nell'intrapreso lavoro, perchè almeno mi valga di scusa alle molte imperfezioni, che in questo a mio malgrado si rinverranno. Però protesto che nella enumerazione dei diversi tipi riscontrati fra il contenuto della cavità gastrica di una sola *Salpa pinnata* pescata nei pressi di Messina non intendo numerarli nella loro totalità, mentre non ho mai determinato una forma che

non la vedessi rappresentata da più individui, e questo ad evitare di dare come forma normale una la quale semplicemente costituisse una eccezione ed una mostruosità. Così pure ho tralasciato ricordare non poche altre forme, o perchè non mi fù possibile il determinarle, o perchè ne incontrai solamente dei frantumi, o vedevansi con tanta incertezza da non essere possibile il determinarne i caratteri specifici. Che se pure ho incontrato organismi tali, che io li dovetti reputare al tutto nuovi, protesto altamente non esservi stato condotto per alcun modo da meschina ambizione di darmi come ritrovatore di forme novelle, ed esercitare quindi il diritto di tramandarle con nome da me apposto, preferendo anzi (quando l'evidenza non vi si opponga) il metterle sotto un nome usato indicandole come varietà.

Ma poichè devesi per noi discorrere di generi di specie e di varietà sarà opportuno l'intendersi da principio quale sia il senso da attribuire a quelle, mentre molto di frequente vengono quei termini nel comune linguaggio scambiati fra di loro cosicchè ne conseguono continue dubbiezze ed equivoci. È convenuto fra tutti i cultori dei diversi rami di Storia naturale che la portata da attribuire a quei vocaboli sia da più in più ristretta, cosicchè, p. es. le Diatomee distinguonsi: 1.° in generi p. e. *Navicula*; 2.° in specie p. es. *Navicula firma*; 3.° in varietà p. es. *Navicula firma* var. *dilatata*. Così usasi distinguere l'ordine delle Diatomee in grandi sezioni o tribù, come quella principale e numerosissima delle Naviculacee, fra le quali precipuo è il genere *Navicula*, al quale ascrivesi la *Navicula dilatata*, però come varietà della *N. firma*, perchè quantunque differisca da questa, però i caratteri differenziali di questo tipo reputansi di troppo lieve importanza per riguardarla come specie autonoma. Ma ognuno sente come queste distinzioni sono puri artifizii da noi immaginati per agevolare alla memoria il ritenere i diversi tipi coordinando le tante forme naturali in un quadro presentante una qualche unità, e v'è anzi chi asserisce che in qualunque ordine di esseri la specie non esiste, ma è puramente una nostra finzione. Io però mi dilungarei troppo dal mio soggetto, che ho preso a trattare, se volessi dimostrare l'insussistenza e l'irragionevolezza di simile asserzione, contro la quale protesta la Storia naturale, e la Scienza. Mi contenterò dire che, quando una forma organica venga riconosciuta come avente la facoltà di riprodursi costantemente sotto l'istesso identico tipo, ragione vuole che quella forma venga riguardata come forma definitiva e tipica, che è quanto intendiamo sotto il nome di specie. Ma possono darsi e si danno realmente molte forme costanti, le quali quantunque presentino dall'una all'altra qualità e disposizioni distintive pure nei

precipui caratteri combinano fra di loro, queste specie diconsi appartenere all'istesso *genere*. Ma talvolta avviene che ad un esame attento e minuzioso fra due forme simili si arriva a riconoscere alcuna piccola differenza, la quale mostrisi costantemente e venga sotto tale differenza rappresentata da numerosissimi esemplari, quando tale differenza non possa riguardarsi come stadio diverso di sviluppo e molto meno quale forma accidentale e mostruosa (ciò che già sarebbe escluso dalla moltiplicità degli individui anormali) : questa struttura vuolsi ascrivere alla *specie*, però si suole designare come *varietà* di quella. Però tale distinzione è da riguardarsi come naturale e permanente e nulla finora ci autorizza a dare alla *varietà* un valore diverso da quello che si annette alla *specie*, e può dirsi una concessione fatta a quelli che lamentano il numero soverchiante di queste. Può bensì essere e dirò ancora essere molto probabile, che molte forme diverse le quali al presente formano per noi *specie* o anche ascrivonsi a *generi* diversi non siano che un solo e identico organismo, che successivamente ci si mostra in aspetto diverso o rappresentante diverso stadio di sviluppo o perchè realmente sia dotato di polimorfismo procedente o dal modo di riproduzione o pure dovuto alle circostanze speciali che poterono influire allo sviluppo di quelli organismi. Così, a modo di esempio, sono persuaso (e godo che tale persuasione sia pure quella di molti distintissimi naturalisti) che debbansi eliminare interamente alcuni generi costituiti unicamente su la presenza o assenza di forma di peduncolo, il quale se vedesi in molti tipi è però di sua natura caduco, e ritengo perciò che il genere *Cocconema* non sia che una stessa cosa con la *Cymbella*, e che la *Podosphenia* non differisca dalla *Rhipidophora*, nè vada distinto il *Gomphonella* dal *Gomphonema*. Per l'istessa ragione non credo potersi risparmiare i generi *Raphidoglea*, *Homeocladia*, *Colletonema*, *Schizonema*, *Berkaleya*, e *Dickieia*, considerandole invece per *Amphipleura*, per *Nitzochia* , per *Cymbella* , per *Navicula* secondo la qualità dei frustuli inclusi nella fronda o tubo gelatinoso , tanto più che mi è accaduto veder sortire dalla estremità di un tubo o filamento jalino di *Schizonema* una e più Naviculette, che erano in quello racchiuse, e le ho vedute portarsi avanti indietro come qualunque altra *Navicula*; e lo stesso mi avvenne riconoscere dei frustuli Nitzschioidi della *Homeocladia*, nè mancherebbero altri simili esempi.

Ma generalmente tutti quelli che più o meno specialmente e di proposito attesero allo studio delle Diatomee, convengono della necessità di riformarne la classificazione, riconoscendosi da tutti le non poche imperfezioni esistenti nelle classificazioni finora proposte o momentaneamente ricevute. Ma il por

mano a tale riforma, oltre ad essere materia molto ardua, io ritengo che sia prematuro il farlo, essendo le nostre cognizioni su tale proposito troppo poco avanzate ed imperfette per intraprendere l'elaborare una nuova classificazione, la quale abbia la probabilità di potere essere riconosciuta per buona, e che come tale venga generalmente accettata. Ed infatti, quali potranno prendersi per caratteri distintivi della *specie*? forse il profilo? ma questo noi vediamo variare grandemente, in modo che la stessa specie (come ho prova evidente accadere nella *Eunotia Formica*), può presentare frustuli fra di loro grandemente diversi su tale rapporto. Forse che ci potremo rimettere al numero delle strie assoluto su l'intera valva o relativo ad una data misura? eppure generalmente si asserisce che un tale carattere non ha alcun valore diagnostico e non merita alcun riguardo nella determinazione della specie. A quali dati dunque ci dovremo attenere? In tale stato di cose dunque vale molto meglio il conservare temporeneamente la classificazione, che è seguita dai più, e così mi propongo di fare al presente, non tralasciando però di presentare anche in rapporto alla classificazione alcuna mia idea (quando se ne presenti l'opportunità), per la quale alcune forme apparentemente distinte, e che perciò vengono riguardate come *specie*, debbano certamente riunirsi sotto un solo nome specifico.

E questo accade precisamente in acconcio dovendo dare principio dal notare come fra le forme interessanti che ottenni riconoscere nel contenuto dello stomaco della Salpa potei subito distinguere le singolari forme delicatissime dei *Bacteriastrum*, dei quali i più erano quelli che presentavano raggi biforcati, mentre alcuni avevano raggi semplici, ma curvati tutti egualmente: e quindi registrai queste due diverse forme con i nomi già fissati da Shadbolt di *B. furcatum* e *B. curvatum*. Se non che pochi dì sono nell'esaminare alcune interessantissime preparazioni di Diatomee pelagiche da me pescate nello scorso anno in Dalmazia fui colpito dall'incontrare un filamento cilindrico abbastanza lungo di *Bacteriastrum*, nel quale il primo anello o articolo presentava la forma del *B. curvatum*, mentre tutti gli altri avevano disposti attorno raggi biforcati. Così mi veniva ad evidenza dimostrato che il *B. curvatum* non è altro che la valva terminale, ed il *B. furcatum* la forma rappresenta degli anelli intermedii, come appunto accade nelle *Cocconeis*, nelle quali la valva inferiore ha il nodulo centrale, il quale manca nell'altra valva; e sul principio in eguale modo l'ignoranza di una tale circostanza fece che nel genere *Cocconeis* le specie venissero soverchiamente moltiplicate. L'osservazione fatta nel filamento del *Bacteriastrum* mi fece rian-

dare all'articolo del Ch. Scott Lauder, il quale sotto il titolo « On news Diatoms » venne inserito nelle Transazioni della Società Microscopica di Londra (*Quarterly Journal of Microscopical Science. Vol. IV. New Series*). Questo Signore ritrovandosi in qualità di Chirurgo Assistente a bordo della Nave Britannica = Melville = molto lodevolmente occupandosi di ricerche microscopiche sul mare nella baja di Hong Kong ebbe la fortuna di pescare molti *Bacteriastrum* e *Chaetoceros*, dei quali rese conto alla sopradetta Società. Anche esso osservò nell'istesso filamento di *Bacteriastrum* riscontrarsi le due forme attribuite a specie distinte da Shadbolt, e però appartenendo ad una sola e identica specie, propose sostituire ai due nomi quello di *B. varians*. In questo rapporto io convengo pienamente con lui; ma non posso egualmente convenire nella sua idea d'altronde ingegnosa, che la biforcazione dei raggi o setole negli articoli del *Bacteriastrum* nasca dal ravvicinamento delle setole di due valve contigue, che ne divengono reciprocamente anastomosati. Io credo che tale idea sia stata suggerita al Ch. Lauder dal vedere nel punto di detta biforcazione e alla origine di ciascuna setola che l'una si sovrappone all'altra. Ma di tale disposizione abbiamo costantemente la ripetizione nelle valve di forse tutti i *Chaetoceros*, le quali presentano generalmente due lunghe setole radianti dai due lati della valva, e parimente riconoscesi nel punto dal quale procedono che l'una all'altra s'incrocia come se appartenessero a parti distinte e almeno originariamente divise. Tale idea includerebbe il dovere riguardare le valve dei *Bacteriastrum* come fossero sempre accoppiate quella di un frustulo alla valva del frustulo contiguo, ciò che per lo meno non può provarsi: quelle dei *Chaetoceros* poi dovrebbero immaginarsi come rettangolari e arcuate in modo che il frustulo si dovrebbe riguardare come diviso in senso verticale ossia nell'asse del filamento cilindrico, disposizione la quale si oppone alla idea generale e tipica delle Diatomee, e specialmente a quelle che costituiscono una catena o filamento.

Ma da che siamo sul discorso dei *Chaetoceros*, dei quali nella raccolta che abbiamo preso ad esaminare incontransi molte specie diverse, fra tutte queste però è la più singolare quella che ho riconosciuto nella cavità gastrica della nostra Salpa in parecchi quantunque non frequenti esemplari. Di tale forma non ho potuto ritrovare che fosse fatta menzione, mentre pure presenta due caratteri eminentemente salienti, i quali l'avrebbero dovuta particolarmente segnalare al primo sguardo. Uno di questi consiste in ciò che la valva ha ai due suoi estremi lati, sorgente dal mezzo, un corno o setola che ai due terzi di sua lunghezza si biforca e termina in due punte larga-

mente divaricate ed elegantemente ornate da una spirale serie di punti o denticoli. Però ad un più diligente esame si riconosce che questi corni o setole sono segnati da triplice linea nel senso della lunghezza, la quale dimostra come realmente ciascun corno o setola o filamento deve essere riguardato come doppio ossia formato di due filamenti saldati insieme ed anastomosati per i due terzi di loro lunghezza. Di questa singolarità di struttura l'unico cenno lo ritrovo nel succitato articolo del Lauder, che ne da la figura alla Tavola 3.ª fig. 8 delle Transazioni della Società microscopica di Londra; ma tale disposizione viene data come eccezione e mostruosità di un *Chætoceros* del quale non si determina la specie. Ma la moltiplicità degli esemplari da me incontrati della forma in discorso mi toglie il riguardarli come mostruosità. L'altra singolarità che distingue il nostro *Chætoceros* è la forma della valva, che presentasi rettangolare, lunga il doppio della larghezza. La cellula o loculo interno è parimente di forma lineare, ma termina largamente cuneata cosicchè rappresenta esattamente un esagono depresso. La singolarità di un tale tipo perfettamente definito (del quale non fà cenno il Lauder nè altri) fa eccezione nella forma delle valve fra tutte le altre specie conosciute, le quali mai si presentano nell'aspetto primario e di fronte (*side wiew* per i micrografi inglesi) in forma quadrata, ma invece hanno profilo rotondo o ovale, la quale nota il Ch. Rhabenhorst riportò fra i caratteri generici dei *Chætoceros*, e però vuole essere esclusa dalla definizione del genere. Anche in questo caso esaminata attentamente l'origine delle setole o corni o filamenti che si vogliano chiamare, vedesi come nella loro formazione duplice ciascuna metà della valva termina in un lungo filo, che alternatamente sovrapponendosi con il corrispondente, riunito a quello e saldato insieme ambi procedono nell'istessa direzione fin che poi si biforcano. Questo alternarsi dei filamenti primitivi, che costituiscono la setola o corno bifido nel nostro caso avviene costantemente all'origine delle setole o corni delle altre specie, e presentasi come legge invariabile. Questo ha riscontro nel modo nel quale nelle Emiaulidee l'un frustulo si apprende all'altro per costituire una catena. Il simile ha luogo nelle *Biddulphie*, e vedesi ancora in molti *Triceratium*, il che dimostra la strettissima parentela che passa fra i generi sunnominati. Ritornando al nostro *Chætoceros* deploro il non avere potuto vederne un filamento intero, ed il non conoscerlo ancora e poterlo descrivere nell'aspetto secondario o di fianco. Però mi sembra potere essere giustificato riguardandolo per ora come nuovo, e come tale nominandolo *Chætoceros Messanense*. Che se nel lavorare ora attorno le Diatomee pelagiche, delle quali ora sono provvisto, mi

sarà dato rivedere questa stessa forma più completamente, non esiterò un momento a far conoscere quanto ulteriormente mi fosse dato apprendere intorno quella, fosse pure in opposizione al giudizio che ora ne emetto.

Una forma molto più singolare mi venne a colpire nella interessante raccolta, che presi ad esaminare, e per lungo tempo non potei formarmi un giudizio su la sua determinazione, mentre la sua natura mostravasi evidentemente organica, e mi si dimostrava di costituzione silicea. Questa forma mostravasi in sufficiente numero di esemplari sotto l'aspetto di due abbastanza lunghe linee convergenti, le quali collegavansi insieme per mezzo di un semicerchio situato forse ai tre quarti della lunghezza di quelle e con la parte concava rivolta verso la porzione più lunga. Io non sapeva veramente determinare la natura e il genere non che la specie di tale organismo; finchè trovandomi in Trieste nella fine del Settembre dello scorso anno persona amica mi procurò la conoscenza di un giovane e solerte naturalista il Sig. Auck, il quale occupato presso la direzione dei telegrafi usa procurarsi una piacevole e nobile distrazione studiando con l'ajuto del microscopio la vita del mare negli infinitamente piccoli. Esso pure attese alla ricerca delle forme pelagiche nell'ordine delle Diatomee, e fù meco così gentile da farmi partecipe di una sua interessantissima raccolta fatta a Miramar nel 1873. Nell'indicarmi le specie più notevoli che in quella si contengono, le quali erano state studiate e determinate dall'illustre micrografo naturalista e distintissimo diatomologo sig. Alberto Grunow, mi nominava un Hermiaulus? Auckii Grun. del quale mi schizzava la figura. Quale fù la mia grata sorpresa nel riconoscere in quella l'organismo, la di cui determinazione mi tenzonava in capo! Se non che esaminata meglio in seguito la cosa mi si tolse ogni dubbio che quello fosse un vero *Hemiaulus*, nè sò intendere come il Ch. Grunow (della personale conoscenza del quale mi onoro) abbia voluto mettervi il segno dubitativo. Io non saprei avere su tale proposito alcuna esitazione, avendo incontrato tale organismo rappresentato da numerosi esemplari nella raccolta di Diatomee pelagiche da me fatta nello scorso anno in Dalmazia. Quando di quella raccolta ebbi fatto diverse preparazioni a secco la forma caratteristica dei due processi dell' *Hemiaulus* si presentò evidente, e ciascuno di quelli esilissimi processi vedevasi sormontato da piccola spina alquanto ricurva o punta digitiforme, per mezzo della quale in tutte le Emiaulidee l' un frustulo si collega all' altro, formando una catena o serie. Quei processi tenuissimi non mi hanno lasciato scorgere le granulazioni, le quali sogliono adornare le valve di tale genere; però posso dire sin da ora che

nella raccolta Dalmata s'incontra alquanto di rado un'altra specie di *Hemiaulus* finissimamente granulata. Apparterranno dunque questi *Hemiaulus* a due specie distinte? può bensì darsi che nò, però finchè non ci si provi l'identità delle due forme ragion vuole che vengano riguardate come due specie distinte ed autonome. Ecco dunque come gli *Hemiaulus* devono noverarsi fra le Diatomee viventi nei mari di Europa, e nominatamente nell'Adriatico e nel Mediterraneo: questo dimostra quanto sia prematuro il voler parlare di distribuzione geografica almeno per le Diatomee marine, mentre tocchiamo ogni giorno con mano lo stato d'infanzia, nel quale tuttora si trova lo studio e la conoscenza di quest'ordine di esseri.

Ma per quanto sia vero che l'interesse quale deve porre il naturalista nello studio degli esseri organizzati non debba misurarsi dalla maggiore o minore eleganza di quelli, pure per la naturale tendenza che ha l'uomo al buono e al bello si suole dare la preferenza a quello che sia più rimarchevole per una di queste qualità. Quindi è che non dovrà alcuno maravigliare se dopo avere ragionato delle singolarissime forme dei *Bacteriastrum* e delle specie affini i *Chætoceros* e gli *Hemiaulus*, venga a discorrere di generi, i quali incontrastabilmente debbono riguardarsi fra i più eleganti. Voglio dire dei generi affini *Asterolampra* ed *Asteromphalos*. Più volte ho incontrato fra le forme di Diatomee marine italiane individui appartenenti a questi due generi tanto viventi che fossili. Fra le specie viventi fin dai primi momenti che mi dedicai a tale studio ritrovai nello stomaco di un'Ostrica dell'Adriatico e dentro qualche Tellina degli esemplari di *Asteromphalos Brookei*, Grev., l'*Asterolampra Marylandica*, ed alcun'altra forma, che curai subito di ritrarre con la Fotomicrografia mentre le ritengo nuove, e le riservo a far conoscere in altra circostanza, essendomi ora proposto parlare delle Diatomee del Mediterraneo, anzi di quelle soltanto che potei incontrare nella Salpa. In questa ultima nella sua cavità gastrica ho trovato due forme diverse di *Asterolampra*, le quali fuori di alcun dubbio verranno da chissisia riconosciute come appartenenti a specie diverse, e perfettamente distinte. Ambedue sono di notevole grandezza mentre il diametro ne è di poco inferiore ad un decimo di millimetro. Quello che presenta inscritta in un'area circolare finissimamente granulata una elegantissima stella jalina avente quattordici lunghi raggi di forma lineare non dubiterei un'istante a chiamarla *Asterolampra Rotula* (Vedi fig. III). Questa elegantissima specie fù costituita e definita da Greville su di esemplari fossili che s'incontrano nel così detto *Monterey stone*. A questa precisamente si identifica la forma che abbiamo incontrato nel Mediterraneo per

i segmenti granulati leggerissimamente arcuati alla base secondo Greville, che io meglio direi al vertice, trattandosi di una superficie trapezoidale avvicinantesi ad una forma di un triangolo isoscele al quale sia stata mozzata la punta. Questa nostra forma combina ancora con la Grevilliana nelle linee ombilicali semplici, le quali suddividonsi poi con divisione dicotoma presso del centro, e il diametro delle valve differenziasi molto poco, quantunque io sia persuaso del piccolo o nessuno valore che può accordarsi a tale carattere. A queste particolarità specificate dall' illustre Greville autore della specie aggiungerò quanto ho potuto con ogni sicurezza determinare a mezzo della projezione dell'immagine fotografica, che cioè le strie o linee di granuli nei segmenti è molto fina e difficile a vedere, essendo 2200 il numero di dette linee in un millimetro. Ecco pertanto un tipo di Diatomea perfettamente caratterizzato, il quale è fuori di alcun dubbio vivente nel Mediterraneo, che pure credevasi specie estinta, mentre non conoscevasi altro che fossile nel deposito di Monterey: nell'istesso modo sono certo, che a mano a mano che progrediranno le nostre ricerche e quindi la cognizione delle Diatomee marine sopra tutto vedremo sempre più restringersi il numero delle specie credute fossili, mentre sono persuaso che forse nessuna specie di Diatomea sia estinta, perchè se ho prove che la vita individuale di questi importantissimi Esseri è estremamente effimera, sono altrettanto certo che per contraposto e per compensazione è tanto più persistente e duratura la vitalità dei loro germi, per la quale viene reintegrata nella economia naturale l'azione benefica della cellula madre. Di tale persistenza di vitalità nei germi delle Diatomee ho avuto replicate prove, e ne terrò discorso in altra circostanza.

Ho già detto esistere nella nostra raccolta fornitaci dalla Salpa due diverse *Asterolampra*; se l'una è certamente l'*A. Rotula,* la determinazione dell'altra presenta a mio modo di vedere maggiore difficoltà. Di questa molto bella forma non è punto raro incontrare esemplari; però ho prescelto a servire di illustrazione a questo mio lavoro un frustulo (Vedi Fig. IV), il quale mi si presentò in istato completo e perfetto, cioè con le due valve unite, le quali (come in altra volta notai) mostransi costantemente di tal guisa disposte che le parti omologhe delle due valve non si corrispondono, ma in quella vece si intersecano. Questa *Asterolampra* più volte ed in altre circostanze si è presentata al mio sguardo, e l'ho riscontrata non solamente nel Mediterraneo, ma ancora nell'Adriatico. Essa combina esattamente con i caratteri che di tale specie ne ha fornito Ehrenberg dell'*A. Marylandica*. Se non che

ad un diligente esame istituito sui diversi esemplari, che caddero sotto i miei occhi delle suddette provenienze, tutti riducevansi a due grandezze approssimativamente, gli uni erano piuttosto piccoli e di un diametro il doppio minore degli altri. Nei più piccoli non è possibile non riconoscere in tutto e per tutto l'*A. Marylandica*. Ehrbg., e tali dovetti riconoscere numerosi esemplari, che rinvenni negli scisti ittolitici di Mondarino: ma negli esemplari di maggiore diametro dovetti accorgermi che le aree radiali terminavano sempre alquanto discosto dall'estremo bordo: oltre di che ciascuna di quelle aree lasciava vedere alla estremità una specie di piccola protuberanza o pseudonodulo analogo a quello da me riconosciuto nell'*Asteromphalos Jeffreysianum*, Castracane, quale ritrovai fra le Diatomee del limo, che dalla profondità di 14610 piedi nell'Atlantico ritrasse con la draga la nave Inglese *Porcupine*. Se tali circostanze siano semplicemente state trascurate nella determinazione di quella elegantissima forma Ehrenbergiana come non giudicata di alcun valore o perchè fu inavvertita, o se veramente il tipo studiato dall'illustre Micrografo di Berlino non fosse realmente distinto di tali particolarità; è quanto mi ha tenuto sin ora in sospeso. In tale dubbiezza ho voluto confrontare accuratamente qualche esemplare di *A. Marylandica*, che trovasi in alcuna sceltissima preparazione di Möller. Tali esemplari i quali sono tutti di molto più piccola dimensione, hanno le aree radiali terminanti esattamente alla periferia, nè alla estremità di quelle ho saputo riconoscere nulla che rassomigliasse un pseudonodulo. Dunque la forma in discorso dovrà riguardarsi per una nuova specie? dalla costanza delle particolarità suindicate, le quali avevansi nell'*Asterolampra* del Mediterraneo e dell'Adriatico ritengo che a buon diritto potrebbe riguardarsi per specie nuova; però a conciliare di non moltiplicare soverchiamente le specie aumentando l'imbarazzo della nomenclatura e in pari tempo a garantire la conoscenza di quelle particolarità, nel riflesso che questa *Asterolampra* combina esattamente nei caratteri su i quali Ehrenberg costituì la specie, mi contenterò di designarla come una rimarchevole varietà della *Marylandica* designandola con l'aggiunto di *Ausonia,* come quella che è provato vivere nei due mari che circondano l'Italia.

Più piccola, e forse meno elegante, non raramente incontrai un'*Asteromphalos,* il quale però è tale che mi tiene più esitante nella sua determinazione specifica; esso è di profilo rotondo leggermente obovato, a sei raggi, a linee ombilicali angolarmente spezzate nel mezzo, ma senza projezione spiniforme; i segmenti granulati sono riquadrati, mentre stando il diametro della

parte centrale della stella a quello di tutta la valva nel rapporto di tre a cinque la linea, la quale (come sopra accennai) malamente viene detta linea di base, è sensibilmente convessa; le aree radiali poi sono larghe ed esattamente lineari dal punto di origine. Questi caratteri come ognuno può riconoscere non combinano con alcuna delle descrizioni che abbiamo delle diverse specie di *Asteromphalos*. Quella specie che meno ne differirebbe, è l'*A. Brookei*, Ehrbg.; però se ci riportiamo alla figura di quel tipo dataci da Greville vi troviamo indicate nelle piegature angolari delle linee ombilicali le projezioni spiniformi, le quali però non essendo menomamente ricordate nella definizione data da Greville, possono ritenersi per una inesattezza ed un involontario errore. Però anche riportandoci alla descrizione, ritroviamo che mentre nella forma da noi presa ad esaminare la piegatura delle linee ombilicali è nel mezzo di ciascuna, nell'*A. Brookei* è notevolmente avvicinantesi alla periferia dell'area centrale: l'area del raggio di mezzo o *obsoleto* nella suindicata specie ha una benaccentuata costrizione, la quale non riscontrasi nella nostra: questa inoltre presenta più bruscamente l'origine delle aree radiali, per cui l'angolo corrispondente dei segmenti granulati ne è più chiaramente definito. A queste differenze ne aggiungerò altra, la quale quantunque sia di minor peso pure in concorso con le altre viene a rafforzare l'opinione che trattisi di una nuova specie, giustificando per tal modo la mia maniera di vedere. Chi puramente getti lo sguardo su il disegno dato da Greville dell'*Asteromphalos Brookei* non mancherà di notare come la stella jalina inscritta nell'area circolare granulata sia di figura svelta, e ciò devesi specialmente alla strettezza relativa delle aree radiali, mentre il tipo del nostro *Asteromphalos* (come si rileverà dalla Fig. V. ritratta da immagine fotomicrografica) presentasi fatticcia, avendo aree radiali molto larghe: così dall'insieme reputandomi autorizzato a riguardare questo tipo come nuovo, dall'ultima circostanza ricordata trarrò il nome specifico, dicendolo *A. robustus*, n. s.

In unico esemplare ho incontrato nella Salpa una singolarissima forma, la quale non è certamente nuova assolutamente parlando, ma è senza dubbio la prima volta che si ha prova della sua esistenza nel Mediterraneo. Voglio dire della *Cocconeis excentrica*, la quale fù rinvenuta la prima volta su le coste del Nortumberland dal ch. naturalista Inglese sig. Donkin, il quale molto convenientemente la nominò dalla singolarità di avere il rafe o linea mediana notevolmente discosta dal centro. Tale singolarissima forma io conosco da più anni, avendola ritratta a mezzo della fotografia da una bella preparazione che io tengo dalla generosità e squisita gentilezza dell'autore. Questa

è la prima volta, che mi si è presentata nel campo del microscopio questa interessantissima forma, che ignoro sia stata incontrata da altri, ma in qualunque caso non credo certo che fosse conosciuta nel Mediterraneo. E questo è nuovo argomento a far conoscere quanto sia per riprometterе di interesse e di novità lo studio delle Diatomee e in particolare quello delle Diatomee pelagiche da compensare largamente chi con diligenza ed assiduità vi si adoperi.

Ciò mi fù ancor meglio dimostrato nella nostra istessa raccolta dal vedere non rari esempii di una sopra tutte singolarissima *Synedra*. Questa è una esilissima forma ed eccessivamente lunga, per cui generalmente presentasi in disposizione sinuosa e ripiegata in più sensi a modo di sottilissimo filo. Tale circostanza attirò più particolarmente la mia attenzione, ed accertato che trattavasi bene di una Diatomea dal vederne le strie trasverse volli misurare la lunghezza di qualche esemplare, nel quale vedevo le due estremità regolarmente terminate e rotondate da fare ad evidenza conoscere che la valva era completa. Ma quale fu la mia meraviglia nel riconoscere che la lunghezza di quell'individuo, che presi a misurare, non era lungo meno di due millimetri! tale inusitata dimensione in una Diatomea mi richiamò alla mente una interessantissima Memoria del Ch. Naturalista Svedese P. T. Cleve con il titolo « *On the Diatoms from the Artic sea* » inserita negli Atti della R. Accademia Svedese delle Scienze al 12 Marzo 1873, la quale Memoria mi fu graziosamente favorita dall'illustre Autore. In quella appunto si descrive una *Synedra Thalassotrix* Cleve, nuova specie estremamente lunga, la quale fu pescata alla superficie del Mare del Nord alla latitudine di 60° 23′, e longitudine di 19° 30′, e nello Stretto di Davis lat. 61° 43′, long. 53° 43′; e notasi che la larghezza della valva non è che la novantesima o la centesima parte della lunghezza di quella. La specie da me trovata nella Salpa di Messina fa bene ricordare la specie di Cleve per la sua inusitata lunghezza, per la forma rotondata delle estremità, e per le strie che vedonsi interrotte nel mezzo (Vedi Fig. VI). Ma differiscono notevolmente le due forme nella proporzione fra la lunghezza e la larghezza, mentre ho trovato che nella nostra *Synedra* la lunghezza del frustulo è da cinquecento a seicento volte la sua larghezza. Inoltre se eguale presentasi il carattere generale delle strie, però il numero corrispondente di quelle in un millimetro differisce alquanto, mentre la *Sy. Thalassotrix* dicesi avere *circa* 25 strie in 0,025 mm., il che corrisponde a 1000 strie al millimetro, quando la nostra ne ha esattamente nell'istessa misura 1300. Tale numero io l'ho con tutta facilità e con la mag-

giore esattezza accertato per mezzo del sistema di projezione. Questo io faccio projettando alla medesima distanza successivamente il fotogramma di un millimetro diviso in cento parti, e quindi l'immagine della Diatomea sotto l'istesso ingrandimento. Presa così la misura di un centesimo di millimetro enormemente ingrandito, la sovrapongo alla immagine della Diatomea, numerandone le strie comprese nell'intervallo, ed il numero trovato moltiplicato per cento dà precisamente quello corrispondente allo spazio di un millimetro. L'enormità dell'ingrandimento per tal modo ottenuto mi permette il tener conto della metà e anche di un quarto di stria, cosicchè nel mio computo l'errore tutt'al più può essere di 25 o 50 strie al millimetro, il che ognun vede il poco peso che merita in tali misure. Ma non possono dirsi egualmente esatte le misure che prendonsi e le numerazioni delle strie con l' ordinario sistema del micrometro oculare. Più volte mi è avvenuto sperimentare quanto erronea può riescire la valutazione, o per dir meglio quanta possa essere la portata dell'errore probabile; perciò non sò abbastanza inculcare l'uso del sistema da me adottato o di alcuno equivalente. Ritornando al confronto delle due *Synedra*, non riscontrando fra i due tipi altra differenza fuori che la minore larghezza delle valve nella forma del Mediterraneo che in quella del mare Artico, e non essendo molto forte la differenza nel numero delle strie, reputo cosa più sicura il riguardare la forma in discorso per una vera *Sy. Thalassotrix*, Cleve, nella quale abbiamo un esempio della diffusione delle specie delle Diatomee a traverso tutti i mari.

Ma se questa *Synedra* sarà riconosciuta per interessantissima come specie del mare glaciale e interamente nuova ai mari temperati, e più poi come Diatomea gigante sopra tutte; nella nostra raccolta incontrasi altra *Synedra* singolare per la sua picciolezza, e per la sua relativa larghezza, e per il carattere delle strie. Questa specie sembra dovere essere copiosa nelle acque dello stretto di Messina, mentre non ho forse ancora ritrovato una delle molte Salpe di quella provenienza da me esaminate che non avesse abbastanza frequenti esemplari di questa specie. Essa è generalmente molto piccola, mentre ne ho misurato alcuna, la quale era lunga circa cinque centesimi di millimetro. Queste sono a strie o filetti sottili, ma molto radi; però una forma così breve ha la singolarità di avere il suo asse trasverso eguale a poco più della sesta parte dell'asse longitudinale (Vedi fig. VII). Simile singolarità non l'ho potuta trovare registrata di alcuna altra *Synedra* che venga ricordata nella letteratura diatomologica che finora potei consultare, o che giunse a mia notizia; perciò sono obbligato a riguardarla per nuova, e come tale dalla provenienza la nomino *Sy. Sicula*, n. s.

Ma io non la rifinirei se volessi riferire tutte le osservazioni, delle quali mi aprì largo campo il pochissimo materiale organico siliceo o meglio semplicemente le Diatomee, che rinvenni fra il contenuto della cavità gastrica di una sola Salpa; e se volessi narrare tutte le riflessioni che quelle mi suggerirono, passerei di troppo i limiti che mi sono imposti. Mi contenterò pertanto di qui soggiungere l'elenco delle forme diverse che in quella raccolta, tanto più interessante quanto più piccola, potei determinare; nel quale però ciascuno potrà notare come se vi sono moltissimi tipi interessanti e rari, pure ne mancano alcuni i quali non sogliono mancare in quasi alcuna raccolta marina. Ecco pertanto (sotto la riserva prima accennata intorno alla nomenclatura delle Diatomee) disposte in ordine alfabetico le specie da me osservate.

Achnanthes intermedia, Kz.
» *longipes*. Ag.
Actinocyclus crassus. Ehrbg.
» *Ehrenbergii*, Ralphs.
» *fulvus*, Sm.
» *moniliformis*, Ralphs.
Amphiprora alata, Kz.
» *lepidoptera*, Greg.
Amphora crassa, Greg.
» *costata*, Sm.
» *gracilis*, Ehrbg.
» *marina*, Sm.
» *parallela*, Flögel.
Asterolampra Rotula, Grev. Fig. 3.ª
» *Marylandica*, Ehrbg. var. *Ausonia*. Fig. 4.ª

Asterolampra Marylandica, Ehrbg. var. *Ausonia*. Lineis umbilicalibus simplicibus rectis; areolis punctulatis rotundatis; areis radialibus marginem non attingentibus, pseudonodulo in extrema parte insignibus. Diametrum 0, 084 m. m. metitur.

Asteromphalos robustus, n. s. Fig. 5.

Asteromphalos robustus, s. n. Forma parva rotundo-obovata; areolis punctulatis ad aream centralem quadratis; lineis umbilicalibus medio angulariter plicatis; areis radialibus lineariter latis, et ad lineam exteriorem attingentibus. Radii sex numerantur; punctulorum ordines 1475 in millemetro.

Bacteriastrum varians, Lauder.

Chætoceros Boreale, Bail.
» *confervoides*, Ralphs.
» *Dichæta*, Ehrbg.
» *Diploneis*, Ehrbg. = *Ch. Bacillaria*, Ehrbg.
» *Messanense*, n. s. Fig. 1ª.

Chætoceros Messanense, n. s. Valvis in aspectu primario (Anglis front wiew) rectangularibus duplo longioribus, cornibus hinc inde singularibus medio assurgentibus similiter inflexis, ad tertium dichotomis, et in extrema parte linea punctulorum spirali ornatis; anulus vel cellula lineariter oblonga utrinque conice terminans. Valvæ mensura longitudinalis 0,0224 m. m. transversalis 0,0112; cornuum longitudo 0,0935 m. m.

Chætoceros Peruvianum, Brigt.
» *Wiggamii*, Brigt.
Campylodiscus centralis, Greg.
Climacosphenia moniligera, Ehrbg.
Cocconeis binotata, Grun. = *Orthoneis*.
» *coronata*, Brigt.
» *excentrica*, Donkin.
» *major*, Greg.
» *Scutellum*, Ehrbg.
Coscinodiscus excentricus, Ehrbg.
» *fimbriatus*, Ehrbg.
» *flavicans*, Ehrbg.
» *granulatus*, Ehrbg.
» *isoporus*, Ehrbg.
» *oculus iridis*, Ehrbg.
» *profundus*, Ehrbg.
» *radiolatus*, Ehrbg.
Cyclotella Atlantica, Ehrbg.
Diatoma subtile, Grun.
Dimeregramma Gregorianum, Grun.
Epithemia marina, Donkin.
Fragilaria Schvartii, Grun.
Grammatophora arcuata, Ehrbg.
» *gibberula*, Kz.
» *marina*, Lyngb. Kz.
» *serpentina*, Ehrbg.

Grammatophora subtilissima, Ralphs.
» *undulata*, Ehrbg.
Hemiaulus ? *Auckii*, Grun. Fig. 2.ª
Homœocladia Martiana, Ag.
Hyalosira rectangula, Kz.
Mastogloja lanceolata, Sm.
» *Smithii*, Thweit.
Navicula aproximata, Grev.
» *Clepsydra*, Donkin.
» *Demeraræ*, Ehrbg.
» *elliptica*, Kz.
» *irrorata*, Grev.
» *Liber*, Sm.
» *Musca*, Greg.
» *nebulosa*, Greg.
» *nummularia*, Grev.
» *palpebralis*, Breb.
» *pectinalis*, Breb.
» *nitescens*, Greg.
» *Sigma*, Sm.
Nitzschia constricta, Kz.
» *lanceolata*, Sm.
» *macilenta*, Greg.
» *plana*, Sm.
» *sigma*, Kz. Sm.
» *spathulata*, Breb.
Pinnularia Borealis, Ehrbg. Kz.
» *directa*, Sm.
Pleurosigma Balticum, B. Ehrbg. Sm. = *Pl. Wansbeckii*, Donkin.
» *formosum*, Sm.
» *naviculaceum*, Breb.
» *obscurum*, Sm.
» *speciosum*, Sm.
» *strigosum*, Sm.
Rhabdonema Adriaticum, Kz.
Rhaphoneis Rhombus, Ehrbg.
Rhipidophora Dalmatica, Kz.

Rhipidophora paradoxa, Lyngb. Kz.
Rhoiconeis Bolleana ? Grun.
Striatella unipunctata, Lyngb. Ag.
Synedra fasciculata, Ag. Kz.
» *fulgens*, Grev. Sm.
» *Hennediana*, Greg.
» *Sicula*, n. s. Fig. 7.ª

Synedra Sicula, n. s. Parva, valvis elliptico-lanceolatis, apicibus subproductis rotundatis, striis continuis tenuibus laxis 450 in millemetro ; axis major 0,054 m. m., minor 0,0084 m. m. metitur.

Synedra Thalassotrix, Cleve.
» *undulata*, Bailey.
Toxonidea Gregoriana, Donkin.
» *insignis*, Donkin.
Tryblionella constricta, Greg.

Dal sudescritto elenco di Diatomee del Mediterraneo ottenute dalla piccolissima quantità di materiale servito di alimento ad una Salpa, non v'è chi non veda quale e quanto ajuto noi possiamo avere da questi o simili molluschi nelle nostre ricerche; e se ho parlato soltanto di sette o otto forme più singolari ed interessanti, questo fù soltanto per amore di brevità. Così risulta evidente l'utilità di profittare dell'opera di cosi attivi cercatori di Diatomee e altri organismi microscopici, i quali ci potranno far conoscere quante maraviglie racchiude il microcosmo, e ci faranno toccare con mano come nell'ordine delle Diatomee, alle quali nella economia della natura è devoluto un ufficio di tanta importanza, come è quello di rendere sane le acque e di fornire l'ossigeno alla respirazione degli animali abitatori di quelle, forse nessuna specie si è perduta; e quelle vicende cosmiche le quali hanno fatto perire e hanno raso dalla lista delle specie viventi i Mastodonti e gli altri colossi delle primitive epoche geologiche, sono state tranquillamente traversate dalle umili Diatomee; insegnandoci come nelle catastrofi di qualunque genere l'umile e il debole spesso assiste alla caduta di chi si affida su la forza.

FLORULA DEL COLOSSEO

COMUNICAZIONE V.ª

DELLA CONTESSA ELISABETTA FIORINI-MAZZANTI

Continuazione delle Borraginee

Heliotropium tenuiflorum Guss. plant. Vascul. ins. Inarimens. p. 213.
Caule erbaceo, foglie oblungo–ovate, ruguloso–scabre; calici persistenti in un con la rachide delle spighe setoloso–irsutissimi; lacinie lanceolate al tubo corollino approssimate, indi stellato–patenti; lobi della corolla ellittico–ottusi; spighe il più conjugate, dopo l'antesi allungate; semi verrucolosi scabri.

Sul davanzale del 2.º Ordine.

Heliotropium Bocconi Guss. Syn. Fl. sic, et plant. Vascul. ins. Inarimen.
Erbaceo; foglie ovali, oblunghe, rugulose, ed appena irsute, e scabre; calici persistenti in un con la rachide villoso–irsuti, lacinie lanceolate al tubo corollino approssimate, indi stellato–patenti; lobi della corolla ottusi, spighe conjugate, raro solitarie; semi verrucosi.

Sul podio.

Heliotropium Europeum Bert. Fl. It. v. 2,º p. 251.
Erbaceo; foglie ovate, pagina inferiore rugulosa a nervi pubescenti, superiore a peli distesi approssimati; spighe densiflore, piuttosto brevi; calici persistenti in un con la rachide villoso–irsuta; lacinie piuttosto brevi lineari–ottuse; lobi corollini subrotondati.
Heliotropium Europeum Seb. Enum. p. 48.

Sul suolo dell'arena.

Ho dubbio che il Sebastiani nella sua enumerazione abbia compreso nell'*Heliotropium Europeum* le altre 2 specie.

Oss. Il Chiariss. Gussone nella sinossi della Flora Sicula riguarda l'*Heliotropium tenuiflorum* come varietà dell'*Heliotropium Europeum*. Indi nell'enumerazione delle piante vascolari dell'isola Inarimense ne forma specie distinta; e sì nell'una che nell'altra ne descrive l'insurzie più densa, e bian-

castra; il che io attribuisco ad una svista; essendo quello carattere distintivo dell'*Heliotropium Europeum*, come ben nota il ch. Bertoloni in fine della descrizione della Flora Italica. E tanto più il credo, in quantochè dell'*Heliotropium tenuiflorum* posseggo un esemplare favoritomi già dal chiariss.° Gussone, onde ho potuto farne confronto.

Tutte e tre le specie ho descritto dietro i miei propri esemplari; e se in alcuni caratteri presentano lievi differenze, specialmente nelle due prime, pur tuttavia per abito, e per colore ne sono ben distinte.

Resedacee

Reseda suffruticolosa Bert. Fl. It. v. 5. p. 29.

Caule semplice, ed alternamente ramoso; foglie dall'imo pennate; pinne piano-ondulate, margine alquanto scabro; racemo terminale spiciforme conico; brattea lanceolato-lineare; petali trifidi, fiori tetragini; capsule quadricorni; semi reniformi, subgranulato-scabri.

Reseda Undata Seb. Enum. p. 94.

B gracillima Fior. Mazz. Caule semplice e delicato; foglie brevi, scarso-pennate.

Dalla primavera a tutto l'estate copiosamente adornava le interne vetuste mura, esalandovi un grato odore.

Pianta che nella sua vegetazione scherza di statura, forme, robustezza, e proporzioni, e ben varia è ancora la sua sinonimia.

Crassulacee

Sedum rufescens Ten. Fl. Neap. p. 248.

Glaberrimo cespitoso verde glauco; caule suffruticoso, foglie fasciculate alla base indi sparse, semi tereti, solute; fiori cimosi ebratteati; petali lineari-spatulati ottusi, capsule lungo-rostrate fiori, citrini; e la pianta adulta diviene rossastra.

Copiosissimo in estate su tutto l'anfiteatro.

Il chiarissimo Bertoloni nella Fl. Ital. lo descrive come *Sedum altissimum*, e ne riporta vari sinonimi; e il chiarissimo Gussone lo descrive come *Sed. rufescens* notando che il vero *Sed. altissimum*, ricevuto dal Tenore e

coltivato nel R. Orto botanico di Napoli, differisce per i fiori globosi prima dello svolgimento, per i petali meno acuminati, e per i rostri più brevi delle capsule.

Sedum hispanicum Bert. Fl. Ital. V. 4.° p. 713.
Caule ramoso; foglie sparse tereti compresse; cima patente racemosa; petali lenceolato-acuminato-aristati; capsula lungo-rostrata pubescente bienne fiori bianco-carnei, nervo carinale rosso-saturo.

Sovra i muri del 1.° piano.

Sedum dasyphyllum Seb. Enum. p. 69.
Caule cespitoso decombente, foglie carnose semi-ovate, pannocchia quasi corimbosa; capsule brevemente rostrate coniche.

Infra i rottami della parte superiore.

Cotyledon umbilicus Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 155.
Foglie peltate, reniformi-rotondate, crenate; fiori racemosi, penduli, corolle tubulose, acute.

In primavera sulle mura del podio.

Capparidee

Capparis rupestris Bert. Fl. Ital. V. 5. p. 302.
Caule adulto inerme; peduncoli uniflori, solitarii, delle foglie più lunghi; foglie carnose subrotonde decidue; bacche allungate cilindracee: Capparis spinosa β inermis Seb. Enum. p. 33.

Suffruticoso; copiosissimo sulle vetuste mura.

Euphorbiacee

Euphorbia perforata Guss. syn. Fl. Sic. V. 1.° p. 532.
Villosa annua, cauli filiformi, ramossissimi, dicotomi, orbicolarmente prostrati; pezioli brevissimi; foglie carnosette, opposte, ellittico-rotondate, crenate, emarginate, minuto-seghettate, base obliqua; sotto lente in piena luce con punti pellucidi; e ad occhio nudo rugoso-curve lineate; superiormente impiccolite, e ravvicinate; l'estreme a modo di bratteole inchiudenti i minutissimi fiori solitarii ed ascellari; glandule porporine, cassule villoso-triangolari; semi corrugati, bianco-cinerei.

Euphorbia chamaesice Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 162.

B. canescens, esigua in tutte le sue parti; con irsuzie biancastra.

Euphorbia canescens Linn. sp. pl. p. 652.

Aderente in copia sul suolo dell'arena in estate.

Sommamente affine all'*Euphorbia chamaesice*; e per verità io sono stata in forse tra le due; e quasi pendeva dal lato del chiarissimo Bertoloni che le associa. Ma infine ho creduto determinarmi per la *perforata* del Gussone (*prostrata* Parl.) poggiando principalmente snl carattere delle foglie contradistinte da punti pellucidi e patentemente da linee curvo-rugose, e l'estreme piccolissime che inchiudono il peduncoletto, che il Gussone chiama brattee, onde lo ha detto bibratteato, mentrechè nella *chamaesice* lo dice nudo.

La glabrosità o villosità è accidentale; e la varietà *b pilosa Guss.* della *chamaesice* non potrebbe affatto convenire alla *perforata*.

Euphorbia peplus Seb. Enum. p. 43. Esclusa la varietà glabra.

Caule eretto; foglie intiere obovato-rotondate in breve peziolo attenuate; umbella trifido-dicotoma; petali semilunati; capsule subalate solcate; semi alveolati cinerognoli.

B. minore, più delicata di un verde pallido.

Comune in ogni parte dell' Anfiteatro.

Euphorbia helioscopia Seb. et Maur. prodr. Fl. Rom. p. 164.

Foglie obovato-cuneate serrulate; umbella 5 fida, trifida, bifida; capsula trigona; semi reticolati.

Vegeta come sopra.

Mercurialis annua Seb. Enum. p. 59.

Dioica; caule incrociato; foglie ovato-lanceolate; dentate, rado-ciliate; fiori maschi in ispiga lungo-peduncolati a glomeruli interrotti; fiori femminei ascellari, quasi solitarii, capsule remoto-ispido-setolose.

Tra l'erbe del podio.

Mercurialis ambigua Bert. Fl. It. V. 10, p. 372.

Androgina; caule eretto od ascendente; rami patuli; foglie ovato-lanceolate, dentate, spesso ciliate; fiori fascicolati, ascellari, esterni maschii, femmineo interno unico.

Infra l'erbe dei rottami dell'ordine superiore.

SULL'ULTIMO PASSAGGIO DI VENERE AVANTI AL SOLE NEL DECEMBRE 1874.

NOTE RACCOLTE E COMUNICATE

DAL P. ANGELO SECCHI

Il fascino che l'Eterna Città esercita su tutte le persone educate a qualche cultura intellettuale offre agli abitanti di Roma la commodità di conoscere tutte le genti anche senza spostarsi dalla loro sede: questo ci rende in certo modo cosmopoliti, per così dire, senza uscire di casa. Anche la scienza profitta sovente di questa fortunata circostanza, e nella mia ormai non breve carriera astronomica dacchè sono all'Osservatorio posso dire di avere così fatto conoscenza personale di quasi tutte le più celebri sublimità scientifiche dell'età nostra. Ma in ispecial modo questo si è verificato nelle ultime occasioni de' viaggi astronomici per le Ecclissi di Sole accaduti nell'India e dell'ultimo passaggio di Venere avanti al Sole. Numerosi astronomi non han creduto meglio coronare le loro spedizioni che passando per Roma all'atto di rendersi in patria, benchè questo allungasse considerabilmente il loro giro: così abbiamo veduto e conosciuto di persona molti reduci dall'Australia, dalle isole Maurizio, Kerguelen, S. Paolo, Chattam per nulla dire di quelli reduci dalla Cina, Giappone, ed India orientale. Grata oltre ogni credere, è stata per noi la visita di tanti commilitoni nel laborioso arringo astronomico, e noi rendiamo loro le debite grazie dell'averci tenuto in mente e onorato della loro presenza.

D'altra parte noi ne abbiamo profittato per sentire dalla loro bocca medesima una quantità di notizie e di aneddoti pratici che riescono grandemente istruttivi, e che rare volte trovansi nelle pubblicazioni scientifiche, sia perchè creduti poco rilevanti, sia perchè per esser troppo familiari poco interessano la scienza. Se non chè nulla può dirsi estraneo alla scienza, e sono queste piccole cose quelle che, non conosciute o mal conosciute, bastano talora ad attraversare il risultato di una spedizione importante, ed esse saranno una preziosa norma da guidare gli astronomi nel 1882.

Ho quindi pensato che vi sarebbe gradito se io facendo tesoro di tali notizie, in una a quelle già conosciute per la stampa vi intrattenessi qualche poco sui risultati e le particolarità più importanti che hanno accompagnato queste spedizioni, che del resto faranno epoca nella storia dell'Astronomia.

Già sapete quante e quanto numerose fossero le spedizioni organizzate allo scopo di sciogliere la grande questione della parallasse solare. Ora non vi

parlerò de' preparativi, ma di alcuni de' risultati: dico alcuni perchè i più importanti non si avranno che da qui a non breve tempo, essendosi tutte le commissioni obbligate a tener nascosti i risultati numerici fino a tanto che siano calcolati dai rispettivi nazionali. Quindi solo le particolarità fisiche finora ci sono note, e di queste ci occuperemo quest'oggi.

È troppo naturale che noi cominciamo dall'Italia nostra. La spedizione italiana non brillò certo per lusso di numeroso personale, nè per benefizio materiale di agiatezza per gli astronomi (1); anzi tutto l'opposto. Cinquantamila franchi soltanto furono ad essi assegnati in moneta cartacea, il che però a ragione dell'agio sull'oro, vuol dire appena fr. 45000 di estera moneta. Circa 17000 franchi si dovettero erogare in mettere all' ordine gli strumenti scelti per la spedizione, e adattarli al loro scopo, onde per il viaggio e la dimora, e tutte altre spese, appena restarono 28000 franchi; e ciò per 5 persone. Malgrado sì poco viatico, coraggiosamente si misero in viaggio, ed intrapresero la spedizione: il Tacchini di Palermo, il Dorna di Torino, l'Abetti di Padova, un meccanico, e un assistente, e si diressero alle Indie, scegliendo Calcutta per tappa donde decidere la scelta definitiva della stazione. Per via si accrebbe la comitiva, e a Calcutta trovarono nuovo socio il P. Lafont d. C. d. G., professore di fisica e matematica nel Collegio di S. Francesco Saverio, e passionato per la scienza, che fu loro di molta utilità, come vedremo, e il Sig. Morso ufficiale di Marina.

La stazione fu fissata a Maddapore in Bengal.

E qui è da sapere che appunto attesa la scarsa suppellettile degli strumenti cronografici ora necessarii alla determinazione del tempo essi dovettero scegliere una stazione non troppo remota da punti geografici ben noti; e di più mancando di apparati fotografici non poterono rivaleggiare con altri in questa maniera di registrare le osservazioni di cui tanti si servirono. Quindi per lo scopo della spedizione non potè fissarsi propriamente la parallasse solare, ma soltanto il *rilevare se le osservazioni spettroscopiche avessero potuto dare un qualche aiuto alle telescopiche per la prossima occasione del* 1882. Essendo io stato consultato su questo soggetto dal Capo della spedizione, il Prof. Tacchini, grandemente l' incoraggiai a limitare così le due ricerche, e perciò egli provvide i suoi del doppio mezzo

(1) Per dare un esempio della generosità del governo inglese dirò, che il P. Perry ha 600 sterline all'anno cioè Lire ital. 15,000. Il suo compagno P. Sedgreaves 300 = L. it. 7,500, con tutto il resto pagato; cioè trasporti, strumenti, alloggio ecc. E ciò egli ha avuto durante i due anni consecutivi che è stato occupato negli studi preliminari e la sua spedizione compreso andata e ritorno ecc.

di osservazione , cioè di spettroscopio , e di comuni telescopii onde fare il desiderato confronto. Io non mi tratterrò a descrivervi le fatiche che la scarsità de'mezzi e la pochezza del personale impose ai singoli membri della spedizione arrivata per giunta appena in tempo sul posto per cause non provedibili in sì lunghi viaggi. La disposizione della stazione è espressa dalle fotografie che il Sig. Abetti reduce mi ha cortesemente rimesso da Padova. Vi dirò solo dei risultati.

Il primo e più importante è questo: = che stando sullo stesso luogo ad osservare 4 persone, due collo spettroscopio, e due coi comuni cannocchiali, il primo e secondo contatto furono perduti dagli spettroscopisti per una leggiera nebbia che velò il cielo, e tolse la vista della cromosfera; durante il passaggio furono prese molte misure micrometriche della posizione di Venere sul Sole. E schiaritosi perfettamente il cielo all'uscita di Venere dal Sole, cioè il 3° e 4° contatto furono dagli spettroscopisti *veduti accadere due minuti circa prima de'contatti telescopici*.

Il secondo si è che il Tacchini potè osservare sul Sole presso del bordo di Venere le righe spettrali di assorbimento proprie dell'atmosfera terrestre (1).

Tutti i rapporti scientifici (2) sono unanimi a giudicare come di sommo interesse questi due risultati. Il primo, perchè mostra che il diametro solare preso allo spettroscopio è notabilmente più piccolo di quello che si ha nei comuni strumenti, e quindi stabilisce che la cromosfera ha un'influenza sul diametro solare veduto telescopicamente; l'altro perchè spiega una delle più curiose e inaspettate particolarità che siasi veduta nell'osservazione dell'attuale passaggio.

È veramente singolare che ad onta che tanto si parlasse dello spettroscopio nessuno se ne sia servito tranne gl'Italiani, e ciò benchè più d'uno fosse fornito di questo strumento. La spiegazione di ciò è doppia. In prima nessuna fiducia si avea nelle osservazioni spettroscopiche, anche perchè persone del resto pratiche dello strumento ne aveano biasimato l'uso, anche perchè il diametro spettroscopico poteva esser diverso dal diametro comune. Il risultato sul diametro solare da me trovato minore allo spettroscopio , che nei comuni stromenti, fu dietro rispettabili autorità creduto risultato di erronee e difettose osservazioni. E non valse a metter in onore il metodo nè l'averlo osservato tale pure in due ecclissi solari, nè l'averlo confermato con variate combinazioni spettroscopiche. Inoltre credevasi che era da usarsi in questo caso destinato alla ricerca della parallasse il diametro ordinario del

(1) V. Mem. della Soc. spettroscopica.
(2) V. Nature, Gen. 21, 1871 n.° 277. *Times* 11 Marzo 1875, pag. 4, col. 5.

Sole come si osserva al meridiano; e non tutti gli astronomi erano ancora persuasi che il diametro delle culminazioni meridiane fosse di non poco differente da quello delle Ecclissi; cosa che ora finalmente si dovrà ricevere anche sull'autorità del Leverrier.

Ma la 2ª ragione potissima si è che l'osservazione spettroscopica in così trepidi momenti è estremamente difficile e penosa, e a mal incuore si sarebbe tentato di farla da chi non fosse peritissimo; e bisogna pur dirlo che gli abbastanza pratici sono ben pochi tra gli astronomi. Di più in generale il cielo fu sfavorevole, e in tali circostanze non è da vagare in cerca di accessorii di supererogazione, ma solo da star fermi all' essenziale e principale. Tutto questo spiega abbastanza il poco uso fatto dello spettroscopio (1).

Veniamo ora alla seconda scoperta del Tacchini cioè della atmosfera di Venere.

Sono diversi anni (nel 1856) che io osservai Venere in una delle sue congiunzioni inferiori a piccola distanza dal Sole, e notai che la tenuissima falce presentata dal pianeta alla distanza dal Sole in declinazione di pochi gradi avea un ampiezza superiore ai 180° l'eccesso da un lato e dall'altro era di 26° cioè un 13° per parte. Ebbi il piacere di vedere questo filetto lucido passare in poche ore da destra a sinistra nel campo del cannocchiale, onde non vi era illusione possibile. Ne conclusi che Venere era fornita di una densa ed alta atmosfera atta a produrre un crepuscolo ben più vivace del nostro, il quale ove fosse collocato in circostanze di pari luce solare abbagliante in cui era immerso il pianeta comune sarebbe stato appena visibile.

In questa occasione si è avuta una luminosa conferma della mia osservazione. Non solo il Sig. Layman osservando Venere con l'avvertenza di occultare il Sole dietro fabbriche lontane ha potuto vedere l'ingrandimento della fase oltre mezza circonferenza, ma anche ha potuto scorgere l'intero anello di luce che circondava il pianeta vicinissimo ad entrare sul Sole.

---

(1) Tuttavia il bel risultato del Tacchini ammirato dagli stranieri non mancò di esser criticato da qualche connazionale, ma a torto, secondo noi, fu detto che essi fecero male ad usare lo spettroscopio nel 2° e 3° contatto nei quali era più sicuro l'uso del semplice cannocchiale. Chi fece tal critica mostra che non era ben penetrato dello scopo degli osservatori. Esso non era quello di fare osservazioni qualunque ma di rilevare qual differenza vi fosse fra il metodo spettroscopico ed il comune, e ciò doveasi fare anche in questi casi in cui pure potevasi creder migliore il metodo comune, per valutarne la differenza. L'esperienza poi mostrò che savio fu questo partito, perchè esso mise in luce la grande differenza nell'emersione dell'astro; che se all'immersione essi fallirono ciò non fu colpa loro, ma dello stato del cielo. Nè mancando essi l'osservazione la mancò la spedizione intera, perchè l'ebbero gli altri due colleghi che osservarono a telescopio comune. Che poi il risultato della prematura emersione sia un puro effetto di errore d'osservazione, è questa una gratuita supposizione, giustificabile soltanto dalla gran potenza che esercita anche sui sommi ingegni una opinione preventivamente stabilita nella mente.

Da ciò si è concluso che Venere avea una atmosfera assai forte e capace di rifrangere notabilmente la luce solare, producendo quell'anello luminoso.

Ma questo anello di luce è stato una sorgente di difficoltà nel contatto del pianeta sul Sole. Il Sig. Cap. Mouchez ha veduto questa aureola circondante il pianeta così viva che si è trovato perplesso sul vero momento della chiusura delle cuspidi dell'anello al contatto interno. Lo stesso assicuravami il sig. Russell che osservava nell'Australia. La vivacità di questa luce è tale che ivi è venuta impressa nelle fotografie. Qualche altro ancora assicura la stessa sfumatura di luce come assai imbarazzante. Ben so che bisogna andare a rilento ad attribuire tali apparenze all'atmosfera di Venere, giacchè le ricerche degli astronomi parigini hanno fatto conoscere che una aureola attorno al pianeta può derivare da altre cause puramente strumentali (1); e in realtà mentre il sig. Mouchez vide quest'anello con un refrattore di 8 pollici, non fu questo veduto da un suo collega con un refrattore di 6. È chiaro che la risoluzione del dubbio sulla origine strumentale non può esser sciolta se non ripetendo coi due refrattori le sperienze degli astronomi suddetti.

Ma che Venere sia cinta da una altissima atmosfera il fenomeno veduto dal Tacchini lo mostra fuori di questione. Le linee spettrali da lui vedute non possono avere altra spiegazione. Esse combinano con quanto, sono già parecchi anni, io stesso potei osservare su questo pianeta con mezzi imperfettissimi, ma pur tali che mi convinsero che l'atmosfera di Venere avea le righe spettrali terrestri e in proporzione anche più energiche che non la nostra. Così pertanto due punti interessantissimi furono stabiliti dalla osservazione italiana; cioè, un diametro del Sole spettroscopico minore del telescopico, ed una atmosfera nel pianeta Venere analoga a quella della terra.

Il Tacchini ha fatto un altro vantaggio alla scienza esso ha in Calcutta creato una succursale alla nostra Società spettroscopica italiana. Disgraziatamente la stagione ci ha spesso perseguitato in queste ricerche, e Roma e Palermo sono troppo spesso immerse nel medesimo strato di nubi per poter essere una succursale dell'altra in occasione del tempo cattivo. Ora il mio amico vedendo lo zelo che il P. Lafont avea concepito per questi studi è riuscito ad ingaggiarlo in una campagna spettroscopica, a modo di succursale all'Europa.

Il P. Lafont però benchè fornito di molto zelo mancava di mezzi: ma buon per lui che non era in un paese come il nostro ove sarebbe assurdità ridicola voler creare un osservatorio astronomico con sottoscrizioni private.

(1) V. Mem. di M. Wolf ed M. Andrè — Paris 1874 nel *Recueil* pubblicato dall'Ac.[a] pag: 172.

Nell'India invece che noi guardiamo come barbara, riuscì in pochi giorni a riunir il capitale necessario per fare l'osservatorio, provvedere, il cannocchiale, lo spettroscopio, e gli altri strumenti necessarii pel valore di oltre 25,000 franchi. (1)

Le osservazioni spettroscopiche non avranno più così le tante lacune che le due sole stazioni ora in attività lasciano dappertutto. Stazioni anzi al momento presente e dacchè il Tacchini partì per Palermo ridotte a una sola, quella di Roma; la quale per giunta in quest'anno è stata estremamente contrariata dalla stagione sempre pessima.

Un fatto importante si è pure verificato in questa occasione, cioè la visibilità intera del disco di Venere fuori del Sole. Quello che l'ha veduta più distintamente è stato il Sig. Janssen, il quale dice averla veduta mentre il pianeta era tutto fuori del Sole, ed attribuisce questo risultato all'avere per ciò fatto uso di alcuni vetri azzurri particolari. Gli altri non sono stati così fortunati, da vedere il pianeta mentre era tutto fuori: l'hanno però potuto vedere intero quando era in parte dentro e in parte fuori del disco. Questo fatto non è in somma altro chè quello già noto accadere nelle ecclissi solari, in cui la fase lunare vedesi bene spesso prolungata fuori del disco solare di un certo tratto. La spiegazione del fatto è però semplicissima: basta che la corona o l'atmosfera solare sia più luminosa che non l'aria atmosferica in vicinanze del Sole. Ora ciò è ben accertato per altre ragioni, e per la vivacità grande della luce nella corona solare. Inoltre la corona ha una luce eminentemente fotogenica, ed è riconosciuto che essa è notabilmente maggiore nelle fotografie che non attraverso i prismi ordinarii; Respighi e Maclear la giudicarono di 6′ mentre in realtà le fotografie la danno di 20′ almeno. Quindi il vetro bleu smorzando i raggi meno refrangibili dovea facilitare questa visibilità.

Inoltre sappiamo che il colore del vetro non è senza influenza nel diametro solare e molto più deve esserlo sulla sua atmosfera. Io mostrai già fino dal 1860 che con un vetro rosso il diametro solare è maggiore che non con un turchino. È questo un elemento poco tenuto in considerazione, ma non disprezzabile specialmente dopo il sopracitato risultato spettroscopico ottenuto dal Tacchini.

Una delle principali occupazioni che hanno avuto gli astronomi in questa occasione è stata la fotografia. Finora non sappiamo nessun risultato definitivo fondato sù tal mezzo; in genere però l'opinione formatasi da molti dei pratici in questa occasione, si è che difficilmente si avrà dalle misure delle

(1) Al suo ritorno da Camorta la torre dell'ossevatorio era già alzata!

fotografie un risultato paragonabile alle misure ottiche. Infatti il lembo solare è sempre sfumato in tutte le fotografie, e io mostrai anni sono che il diametro solare può salire a delle differenze di uno a due minuti primi secondo il tempo impiegato nella esposizione. Altri pure si lagna della diffusione della luce, che ha invaso il pianeta, che in alcuni casi è tanta che ha reso la sua figura *ovale*. Una certa diffusione può nascere dall'espansione delle luci vive che in fotografia fanno sempre una dilatazione mal precisa sull'orlo della parte oscura confinante. La deformazione dell'ovalità può esser dovuta alle oscillazioni dell'aria. Infatti queste fotografie essendo istantanee, e la durata della esposizione essendo comparabile a quella che possono avere le grandi ondate aeree, perciò queste onde possono benissimo avere storto la forma del pianeta per tutto quel tempo minimo che è durata l'esposizione. Tuttavia esse fotografie non saranno inutili malgrado i loro difetti. Il numero esorbitante che ne è stato fatto, che in alcune stazioni è di oltre due o tre centinaia, daranno qualche utile ammaestramento. E almeno si avrà quello di sapere se esse meritino nel 1882 di esser rifatte.

In quanto alle famose apparenze della *goccia* nera indicata dal P. Hell visibile nei contatti interni i rapporti sono diversi; i più però e quelli forniti di grandi strumenti e buoni non l'hanno veduta, il che potrebbe esser prova che questo fenomeno dipendeva in gran parte da una imperfezione degli antichi cannocchiali. Però si è osservato una qualche cosa di analogo; cioè una certa tal quale esitazione del pianeta di penetrare nell'interno del disco solare, e chiudere così il circolo attorno all'astro oscuro colla congiunzione delle cuspidi. Il Sig. Janssen dice esser durato uno o due secondi questo stato di sospensione. Altri invece come il Mouchez si lamentano che non siasi potuto prendere il fenomeno alla frazione del secondo, e che in generale esso non sia suscettibile di esser preso in tempo colla precisione del secondo. Questo non deve far sorpresa, perchè nè anche nelle ecclissi solari l'immersione della luna è così instantanea come si crede comunemente, e ciò lo sappiamo per nostra propria esperienza. Ciò è dovuto in parte alla indecisione dell'orlo del pianeta per la sua atmosfera, come già abbiamo indicato di sopra parte a quella del Sole stesso.

In generale le osservazioni fondamentali e che servir devono al calcolo delle parallassi sono state sufficienti o abbastanza complete, benchè non tutte siano state a seconda del desiderio degli astronomi: se alcune, sono state incomplete in un sito, si potranno facilmente completare con altre di stazioni vicine, onde la scienza ne profitterà egualmente. Così a Kerguelen gli osser-

vatori inglesi essendosi spartiti in tre squadre, mentre due videro il fine, l'altra vide il principio. Gli Americani e i Tedeschi videro pur essi quale una e quale altra di queste fasi, onde da questa interessantissima stazione si avrà un ottimo risultato. Lo stesso dicasi di varie altre. Da ciò si vede quanto sia stato prudente cosa il moltiplicare le stazioni, e anche i metodi di osservazioni: perchè colà dove è mancato l'ingresso o l'egresso si sono potute avere distanze di Venere dall'orlo ecc.

Oltre le molte osservazioni diverse dallo scopo principale che sono state fatte in questa occasione noteremo in special modo la cognizione generale che si è avuta del clima delle stazioni australi e con esse dei grandi mari del Sud. Questi, durante que' tre mesi che vi hanno più o meno passato gli astronomi, si sono trovati spaventosamente burrascosi benchè fosse nella stagione prossima al loro estate. Le nebbie furono frequentissime, e il freddo intenso ancorchè sul primordio della stagione estiva talchè in alcune stazioni ben poche osservazioni si sono potute fare per fissare coordinate geografiche.

Il coraggio e la pazienza degli astronomi e de' capitani sono stati veramente eroici, e la storia registrerà questi sagrifizi nelle sue pagine, poichè a molti è costato se non la vita, almeno malattie e pene non volgari. Ma di ciò altri dovrà parlare, come pure delle scoperte geologiche, zoologiche le quali sonosi fatte in questa occasione.

I risultati delle osservazioni assoggettati al calcolo sono finora soltanto quelli delle due spedizioni francesi di Nangasaki, e dell'isola S. Paolo: essa hanno data al Sig. Puiseux per valore della parallasse la cifra 8″, 879 che è quasi il medio di quelli conclusi da altri metodi antecedenti. Qualche correzione a questa cifra si dovrà fare certamente, ma essa non può esser tanto considerabile che abbiasi ad alterare notabilmente la 2ª cifra decimale.

Tali sono le notizie che finora ho potuto raccogliere delle circostanze fisiche che hanno accompagnata l'osservazione del passaggio di Venere dell'8 Decembre 1874, nè certamente saranno di maggiore importanza alcune altre che finora non sono ancora giunte a mia cognizione, e che mi darò premura di presentarvi in altra occasione. (1)

(1) La parallasse solare conclusa dal Sig. Puiseux di 8″,'879 è d'accordo con quella conclusa da M. Andrè 8,88: M. Turquit trova 8″, 82. — Il Sig. Galle dalle osservazioni di Flora trova 8″,873 onde si vede che le incertezze sono finora solo nei centesimi. Ma finora il corpo principale delle osservazioni non è stato discusso (14 Agosto 1875).

SOPRA LA RELAZIONE FRA I MASSIMI E MINIMI DELLE MACCHIE SOLARI E LE STRAORDINARIE PERTURBAZIONI MAGNETICHE.

QUARTA COMUNICAZIONE

DEL P. G. STANISLAO FERRARI

Essendo ormai compiuta l' accurata determinazione dell' area di superficie perturbata ne'varî periodi dell'attività solare fino a tutto il 1874, ed inoltre dal 23 di Aprile del 1871 fino al presente avendosi una continuata serie di osservazioni spettroscopiche delle protuberanze ed eruzioni solari, siamo in istato di sempre meglio proseguire nello studio incominciato della correlazione intima che passa fra i massimi e minimi delle macchie solari, sia quanto al numero sia quanto al grado di attività, colle straordinarie perturbazioni magnetiche. Da queste nuove e più accurate indagini abbiamo rilevato con molta soddisfazione che sempre più si va comprovando la sopraddetta correlazione e la nuova e sì svariata serie de'fenomeni solari anzichè modificare le conclusioni fin quì sostenute non ha fatto altro che somministrare nuovi e lampanti fatti per vieppiù consolidarle; argomento evidente che ormai si procede sicuramente nell'incominciato cammino in questo genere di ricerche. Speriamo che esse saranno feconde di nuove e più importanti scoperte in correlazione eziandio con altri fatti di ordine più elevato e strettamente connessi con le leggi che reggono le relazioni fra il sole stesso ed il suo centro primario, tuttora ignoto, ma che forse fra non molto tempo, mediante le accurate ricerche astronomiche e fisiche che intorno a questo problema si vanno istituendo, potrà venire scoperto e coronare così gli sforzi di tanti illustri scienziati.

Siamo giunti pertanto all' esame de' fenomeni solari e magnetici pel 1871, nel quale anno accadde il massimo assoluto nei mesi di Marzo ed Aprile che giunse al valore di 19 fra gruppi e macchie, per un medesimo giorno. E primieramente, dando un'occhiata alla curva è manifesto come essa forma una grande ondata con due massimi, l'uno principale, l'altro secondario e parimenti con un doppio minimo principale e secondario e chiude così il periodo

decennale del massimo di attività solare sì nel numero come nell'estensione delle macchie.

Questa grande ondata viene secondo il solito suddivisa in molti periodi secondarî i quali si dividono in 11 principali se si consideri principalmente la quantità di area perturbata anzichè il maggiore o minor numero dei gruppi e delle macchie; sebbene, come già facemmo notare nella precedente communicazione, l'un metodo compisca l'altro e si accordi col numero e coll'intensità delle perturbazioni magnetiche.

Venendo ora ai particolari, il 1º periodo si estende dai 5 di Gennaio ai 7 di Febbraio. In esso fu mediocre l'attività solare col massimo il giorno 24 di 115^{mmq} di superficie occupata, ed il minimo il giorno 6 Febbraio di 45^{mmq}. A queste due epoche corrispondono due assai forti perturbazioni magnetiche, la 1ª nella sera del 4 giunse al suo massimo, ma ebbe principio fino dal mattino del giorno 3. Essa accompagnò l'apparizione e lo sviluppo d'un bel gruppo di due macchie nucleari assai belle, ed inoltre vedeansi sul sole distribuiti in due zone parallele molti gruppetti di piccole macchie con vive e numerose facole che indicavano una discreta attività solare. Questa perturbazione fu seguita da un aumento sensibile di attività nel sole e salita nel bifilare, la quale giunta al suo massimo l'11, fu seguita il 13 da una forte perturbazione specialmente nel bifilare. Questa perturbazione straordinaria accadde al tempo stesso dell'eruzione del Vesuvio a Napoli.

Da questo giorno fino al 4 continuò nel sole uno stato di mediocre attività col valore medio di 75^{mmq} e secondo il consueto, il bifilare dopo la forte perturbazione del 13 cominciò a salire e si mantenne alto fino al mattino del giorno 3 di Febbraio. Nei giorni 3 e 4 esso fu assai perturbato con forte calata di 42 divisioni nelle 48 ore col minimo il giorno 4.

Dopo un breve rialzo d'alcuni giorni corrispondente ad un'epoca di ben mediocre attività sul sole, incomincia il 2º periodo col risvegliarsi di questa per l'apparizione di tre vasti gruppi ne' giorni 10 ed 11; il 12 si ebbe una fortissima perturbazione di carattere aurorale in tutti e tre i magneti, ma specialmente nel bifilare e nel verticale passando il sole da 5 a 15 gruppi. Questa perturbazione fu accompagnata da una splendida aurora boreale la quale fu estesissima. Fu vista a Frascati presso Roma alle 3 ant. e la dissero di poco inferiore a quelle dell'ottobre del 1870. Fu veduta a Firenze e a Volpeglino, e fu vivissima ad Edimburgo in Iscozia e sul Baltico. Dopo questa perturbazione fino al 24 essendo assai viva l'attività solare per molti e vasti gruppi, è assai notevole l'andamento opposto del bifilare e del ver-

ticale salendo quello rapidamente e questo calando. Il 25 e 26 si ebbe una perturbazione straordinaria ma secondaria specialmente nel bifilare. Più forte si fu la perturbazione del solo verticale il giorno 4 Marzo; esso fece un'escursione di 48 divisioni e fu come il principio di un nuovo periodo di frequenti perturbazioni e di esagerate escursioni giornaliere fino alla 1.ª decade del Maggio. Il massimo, tanto nel numero de' gruppi quanto nel valore dell' area di superficie occupata si ebbe dal 14 al 16 e salì a 285^{mmq}. Il minimo si ebbe il giorno 8 Febbraio con 47^{mmq} ed il giorno 24 Marzo con 74^{mmq}. Tutto questo periodo di perturbazioni corrisponde appunto al massimo assoluto della curva esprimente tanto il numero delle macchie quanto l'estensione della superficie occupata e viene così anche a colpo d' occhio a mostrarne l' intima correlazione.

Assai difficile però riescirebbe in mezzo a tanta complicazione di fenomeni il poter nettamente stabilire l' ordine di dipendenza in quella guisa che si può stabilire il fatto della correlazione. Un'attento esame però delle alternative che nella curva esprimono il numero variabile delle macchie, ci pongono in istato di poter affermare che eziandio in questo caso si verifica la legge già fin dal principio stabilita che cioè le forti e straordinarie perturbazioni accadono prossimamente all'epoca della massima e della minima escursione nel periodo delle macchie. Come vedrassi nelle seguenti comunicazioni ed in parte si è già veduto, la relazione di dipendenza fra questi fenomeni apparisce assai meglio e rilevasi con maggiore facilità all' epoca della diminuzione di attività sulla superficie solare quando cioè nel sole di pulito che era si formano alcune macchie.

Il 3.º periodo di attività si estende dai 24 Marzo ai 29 Aprile ed ebbe il suo massimo dal 12 al 17 Aprile con 315^{mmq} di superficie perturbata ed il minimo cadde il giorno 29 con 88^{mmq}. Dopo la forte perturbazione del 27 Marzo il bifilare secondo il solito salì rapidamente da 80 a 124 divisioni della scala ricadendo poi nel pomeriggio dell'1 Aprile fino alle 11 ant. del 2 di ben 60 divisioni per poi risalire fino al giorno 9 in cui si ebbe una fortissima perturbazione di carattere aurorale che fu vista la sera del 10 nel Nord dell' Europa ed anche in parecchie città d'Italia. Qui da noi fu sospettata dal colore luminoso del cielo e dai cirri aurorali che si videro. Intanto veniva tuttora crescendo l'attività solare e nuovi gruppi assai estesi apparivano sul sole crescendo sempre più l'escursione diurna del verticale il quale giunse, anche non perturbato nel suo periodo diurno, a 40 divisioni della scala. Un'altra forte perturbazione si ebbe il 17 e il 18 mentre in varj siti d' Italia e

fuori si osservava l'aurora boreale: fu essa veduta a Firenze Perugia e Moncalieri ecc., nella notte dal 17 al 18. Il 23 ancora con un'altra fortissima perturbazione fu vista l' aurora boreale nell' alta Italia ed al Nord dell'Europa che notizie posteriori ci fecero sapere essere stata osservata anche nell'emisfero australe. Questo periodo si chiuse colla perturbazione del 29 e fu il più ricco di quanti ne furono da noi osservati in 17 anni sia pel numero delle macchie sia per quello delle perturbazioni magnetiche straordinarie. Ben 19 furono i gruppi o macchie che si osservarono dal 18 al 21 contemporaneamente sul sole, e da quest'epoca incomincia ad abbassarsi sensibilmente la curva per giungere al 1.° minimo secondario di sole tre macchie ai primi di Agosto per poi risalire e discender di nuovo nel rimanente dell'anno. Prima però di passare all'esame de'seguenti periodi sarà opportuno il riferire quanto scriveva il P. Egidi nella rivista meteorologica di questo mese intorno alla correlazione medesima. « Esatta, così egli, è soprammodo la coincidenza delle » perturbazioni magnetiche colle burrasche e colle aurore polari secondo che » fu più volte notato. Da noi le aurore non furono vedute, od appena se » n'ebbero indizii ma invece si ebbero i cirri a ghiacciuoli, gli aloni e le » burrasche con lampi che collegano queste manifestazioni luminose collo » stato meteorico atmosferico ne'paesi caldi ». E più oltre: « Le perturba» zioni magnetiche sono state così energiche, che hanno prodotto un'altera» zione permanente nel magnetometro verticale, che è stato mestieri regi» strare di nuovo, cosa che è accaduta già nell'epoca passata 10 anni sono » per un simile massimo di perturbazioni magnetiche, che come è noto coin» cide col massimo delle macchie solari... Una straordinaria agitazione ha avuto » luogo in questo tempo nel sole, e molti getti ed eruzioni con una gran» dissima macchia che poi divenne visibile ad occhio nudo, sono state coin» cidenti colle aurore suddette. »

Egli è eziandio da quest'epoca dal 23 Aprile che incomincia la bella serie regolare delle osseevazioni spettrali istituita dal R. P. Secchi e non mai interrotta da quest'epoca fino al momento presente. Esse sono distribuite per rotazioni solari, ed in questo primo anno se ne contano nove dal 23 Aprile al 31 Decembre con 184 giorni completi di osservazione. Per non essere soverchio prolissi rimettiamo i lettori alle dotte e numerose comunicazioni che il sullodato P. Secchi ha fatto in quest'Accademia ed in altre pubblicazioni scientifiche dalle quali però possiamo con sicurezza affermare che dalle medesime si traggono sempre più luminose conferme intorno alla suddetta correlazione, e non solo quanto a periodi assai estesi ma eziandio più ristretti.

Sul termine di questa comunicazione si riprodurrà, in parte almeno, quanto è necessario per tale dimostrazione, deducendolo da un primo riassunto che il medesimo P. Secchi fece di questi fenomeni pel 1871, ed è la 5ª comunicazione fatta nella IIª Sessione del 21 Gennaio 1872.

Il 4º periodo va dai 29 Aprile ai 3 di Giugno, ed in esso fu mediocre l'attività nel sole e sempre decrescente, e mediocri altresì furono le perturbazioni magnetiche. Esso forma, come risulta dalla semplice ispezione delle curve tracciate sui quadri del meteorografo, un grande contrasto coi mesi precedenti e tanto più evidentemente dimostra l'intima correlazione di siffatti fenomeni in quanto che detta diminuzione di attività nel sole, e conseguentemente ne' fenomeni del magnetismo, avvenne non già insensibilmente ma quasi per un salto repentino come rilevasi dalla curva che esprime il numero delle macchie.

Il massimo di quantità dell'area perturbata si ebbe dall'1 al 9 e salì fino a 253^{mmq} nei giorni 4 e 9 ed il minimo si ebbe il 2 Giugno con soli 35^{mmq} di superficie occupata. Il massimo sopradetto si ottenne non tanto dal numero delle macchie in que' giorni, quanto dal passaggio d' un enorme gruppo che apparve il 28 Aprile all' orlo Est accompagnato da vivissima e vasta eruzione e straordinaria perturbazione magnetica, che durò specialmente nel verticale sotto la forma di un'esageratissima escursione per tutto il tempo che il gruppo impiegò a passare sul sole cioè fino al giorno 11. I continui e grandi cangiamenti che subì questo gruppo indicavano, oltre l'eruzione, quanto grande fosse in esso l'attività solare. Da quest'epoca fino al 20 Maggio si ebbe un aumento secondario nel numero delle macchie ma l'estenzione dell'area perturbata rimase di oltre a 100^{mmq} inferiore al massimo sopradetto, indizio della diminuzione di attività nel sole ed in questo tempo i magneti furono solo mediocremente perturbati ed assai più ristretti nella loro escursione diurna. Il massimo del numero delle macchie si ebbe il giorno 19 e fu di 14 fra piccole e grandi con 158^{mmq} di superficie occupata. A questo massimo secondario corrispose una forte escursione nel verticale che uscì di scala e fu registrato di nuovo. Si entra quindi in un periodo di mediocre attività sia nel numero dei gruppi sia nell'estensione della superficie occupata fino a giungere al minimo di 35^{mmq} il giorno 2 di Giugno con soli 3 gruppi sul disco solare.

Il 5º periodo si estende dai 3 di Giugno ai 29 ed in esso si mostra ancor più mediocre lo stato di attività nel sole ed il suo massimo accadde il giorno 16 sì nel numero delle macchie come nella quantità di superficie occupata e fu di 104.^{mmq} Il minimo principale si ebbe il 29 e fu di soli 13^{mmq} con due pic-

cole macchie ed alcuni pori. In questo piccolo periodo di attività sì debole apparisce però assai manifesta la correlazione fra i fenomeni solari ed i magnetici, conciossiachè a mano a mano che andava crescendo dal 3 al 16 il numero delle macchie, specialmente dal 10 al 16 venne sempre più salendo il bifilare e lentamente calando il verticale, fino a tanto che nella notte fra il 17 ed il 18 si ebbe una fortissima perturbazione magnetica che accompagnò un' aurora boreale la quale fu vista a Torino e manifestossi da noi al solito con uno straordinario abbassamento del bifilare, seguito da un'escursione larghissima ed alta del verticale. La sera del 27 fu osservata un' altra debole aurora boreale ad Osford la quale è stata veduta anche a Moncalieri. Il bifilare ha fatto in tale circostanza un abbassamento passeggero e l'escursione del verticale è stata un poco più ampia degli altri giorni.

Il 6º periodo comprende tutto il mese di Luglio ed in esso fu mediocre l'attività sulla superficie solare. In esso, oltre al minimo comune col periodo precedente sul finire del Giugno si ebbe il massimo principale assoluto il giorno 18 con 180^{mmq} di superficie perturbata ed il 2° minimo assoluto si ebbe il 30 con sole 3 macchie e 26^{mmq} di superficie occupata. Questo periodo però è sommamente istrnttivo, come già osservammo altre volte in simili casi, in ordine allo studio particolareggiato che abbiam fra mano dell'intima correlazione fra i fenomeni solari ed i magnetici. Infatti si hanno in questo periodo due principali alternative tanto nel numero delle macchie quanto nel valore dell'area di superficie occupata, e precisamente agli estremi di questi valori tanto massimi che minimi corrisponde una abbastanza forte e straordiuaria perturbazione magnetica, come apparisce chiaramente dalla curva già pubblicata nella 1ª Comunicazione. Il 1º massimo si ebbe il giorno 8 quanto all'estensione della superficie occupata e questo fu cagionato dal passaggio di un vasto gruppo che comparve all'orlo Est fino dal giorno 2 e subì grandi cangiamenti di forma. Intanto il bifilare scese dal 2 al 4 di 30 divisioni risalendo poscia rapidamente fino al giorno 8. Da questo giorno fino al 22 si ebbe un'altra alternativa nell'attività solare con passaggio di un vasto gruppo formato da due grandi nuclei che coi loro cangiamenti indicavano essere ivi assai grande l'attività. Esso si manifestò fino dal giorno 9 con una viva eruzione che durò tutto il 10 e l' 11 seguìta dall'apparizione de'nuclei secondo il consueto. Il giorno 15 si mostrò ancor più forte l'attività col suddividersi in due il nucleo della macchia posteriore ed il bifilare fece un escursione dal mezzodì del 24 fino al mattino del 15 di 29 divisioni che accompagnò l'apparizione d'una bell'aurora boreale veduta nell'Alta Italia. Dal 15 al 20 il bi-

filare risaliva lentamente, calando poi rapidamente da 94 a 43 divisioni con una escursione quindi di ben 51 divisioni essendo giunta il 18 l'estensione della superficie perturbata a 180^{mmq}. Il numero de' gruppi giunse al massimo di 9 il giorno 22. Numerose altresì furono le protuberanze ed il giorno 23 salivano a 22 fra le quali una enorme dell'altezza di ben 20^{mm}.

Da quest'epoca fino al giorno 30 cominciò a diminuire sensibilmente l'attività solare tanto nel numero quanto nell' estensione delle macchie e delle protuberanze; intanto il bifilare ripigliò la consueta salita mentre il verticale veniva calando. Già fu notato più volte questo relativo allontanarsi de'magneti dopo il loro incontro all' epoca delle forti perturbazioni, massime se aurorali, e chiaro si scorge che un intimo legame collega queste variazioni della forza verticale e dell'intensità nella componente orizzontale. Ma di ciò più avanti.

Il 7º periodo si estende dai 30 Luglio ai 9 Settembre. Il suo massimo assoluto fu di 389^{mmq} di superficie occupata, il giorno 18 per 6 gruppi, ed il massimo dei gruppi fu di 7 dal 14 al 17. Il minimo assoluto fu di soli 2^{mmq} con tre pori il giorno 8 Settembre. Non appena cominciò a risvegliarsi ai primi di Agosto l'attività solare, coll'apparire di nuovi gruppi e specialmente colle molteplici eruzioni che li accompagnavano, i magneti ampliarono le loro escursioni e specialmente il bifilare incominciò la consueta salita, mantenendosi basso ed ampio il verticale; quand'ecco che il giorno 6 si ebbe una fortissima perturbazione magnetica aurorale, con incontro cioè del verticale crescente col bifilare calante; nel sole in quel giorno contavasi 18 protuberanze, tre delle quali altissime due di 10^{mm} ed una di 15^{mm}. Due forti eruzioni precedevano due gruppi ed i cangiamenti delle lor forme facevano vedere quanto grande si fosse l'attività sulla superficie solare. Il bifilare percorse dal mezzodì del 5 al pomeriggio del 6 ben 35 divisioni ed il verticale 27 il giorno 6 con ampia fluttuazione e doppia escursione. Il numero delle macchie dal 6 al 17 si tenne sempre fra il 3 ed il 7, ma cominciando dal giorno 11 e ne' seguenti spuntarono all'orlo Est enormi gruppi che fino al 25 durarono a passare sul disco solare occupando una vasta estensione, specialmente dal 15 al 21, fra i 200 ed i 400 millimetri quadrati (1). Il giorno 17 fu veduta a Volpeglino nel Piemonte un'aurora boreale che fu accompagnata da una discreta perturbazione ne'magneti. Da questo dì tutti i magneti ma specialmente il bifilare

(1) È bene di richiamare alla mente come il disco solare adoperato ha una superficie di millimetri quadrati 46352,5. Il valore lineare di $1,^{mm}08$ equivale ad un raggio equatoriale terrestre, cioè a 6377776 metri. E così si avrà un'idea della grandiosità di questi fenomeni.

divennero esagerati e nella notte fra il 21 e 22 fu vista in Iscozia una bell'aurora boreale, contemporaneamente molte eruzioni erano sul sole e fu accompagnata da una forte perturbazione. Fortissima poi fu la perturbazione dei giorni 24 e 25 nel bifilare, che percorse 52 divisioni della scala. Da quest'epoca fino alla fine del periodo venne sempre gradatamente diminuendo l'attività solare tanto che il giorno 8 Settembre si vedevano solo tre piccoli pori con 2^{mmq} di superficie. Il bifilare, secondo l'usato dopo la forte perturbazione del 24–25 salì rapidamente mentre abbassavasi il verticale, e si mantenne assai alto finchè precisamente all'epoca del minimo si ebbe una discreta perturbazione aurorale, preceduta da un'altra più piccola la quale però corrispose ad un'aurora boreale veduta a Valentia in Irlanda.

L's.° periodo è un piccolo stato di transizione fra il 7° ed i seguenti e si estende fra l'8 ed il 23 Settembre. È importante soltanto perchè dimostra sempre più la correlazione di questi fenomeni conciossiachè sebbene fosse in esso assai mediocre l'attività solare, pure al suo massimo corrispose una mediocre perturbazione il giorno 16 nel bifilare essendo cresciuti da 1 a 6 i gruppi sebbene piccoli e con poche protuberanze. Il massimo di superficie perturbata fu di 74^{mmq} il giorno 16 ed il minimo di 11^{mmq} il giorno 23.

Il 9° periodo corre dal minimo del periodo precedente ai 23 di Settembre al 18 Ottobre col massimo il giorno 9 Ottobre ed il minimo ai 28. Al massimo corrispose un'area di 162^{mmq} ed al minimo un'area di 27^{mmq}. Il valore dell'area in questo periodo corrisponde al valore massimo e minimo dei gruppi, di sei cioè pel massimo e di tre pel minimo. L'attività in questo periodo è stata assai mediocre però i magneti furono bene spesso agitati specialmente dall'1 al 7 Ottobre e dal 10 al 15 in correlazione allo stato fisico del sole ed ancora per le burrasche che nella 1ª e 2ª decade attraversarono la nostra stazione. Il 17, 18 e 19 furono di bel nuovo sturbati i magneti contemporaneamente ad un'aurora boreale veduta ad Hernosand. Sebbene in questo periodo non sia stata straordinaria l'attività nel sole, pur nondimeno non mancarono di belle eruzioni, quali specialmente furono quelle del 6, 16 e 18 che meglio addimostrano l'intimo legame che le congiunge e colle macchie donde scaturiscono colle perturbazioni che per via diretta od indiretta producono sul magnetismo terrestre.

Il 10° periodo và dal 18 Ottobre al 1° di Decembre. In questo fu copioso il massimo relativo nel numero delle macchie, quantunque l'area di superficie occupata sia giunta soltanto al massimo assoluto di soli 88^{mm} il giorno 5 Novembre, mentre il massimo assoluto delle macchie fu di 12 il giorno 22.

Quantunque al principio di questo periodo sia stato abbastanza rapido l'aumento delle macchie nella superficie solare pure non fu corrispondente l'aumento delle quantità di superficie occupata, tanto che mentre salivano da 4 a 9 le macchie e i gruppi, l'area corrispondente salì soltanto da 27^{mmq} a 59^{mmq} dal 18 al 31. Questo aumento però fu, come al solito, accompagnato dalla salita del bifilare con mediocre perturbazione il giorno 27 e da più rapida salita fino al giorno 2 Novembre in cui si ebbe una fortissima perturbazione magnetica aurorale la quale fece sospettare d'un'aurora boreale, una debole luce biancastra si vedeva al settentrione, e posteriori notizie accertarono un'aurora boreale veduta in Iscozia la sera istessa.

Da quest'epoca aumentò tanto il numero delle macchie quanto l'area di superficie occupata fino al massimo di 88^{mmq} il giorno 5 Novembre e fino al 12 per ciò che riguarda il numero delle macchie. Numerose furono eziandio le facole, ed i cangiamenti di forma nelle macchie indicavano l'accresciuta attività sulla superficie solare. Dopo la consueta salita del bifilare e discesa del verticale si ebbero nei giorni 9 e 10 due fortissime perturbazioni nei magneti con una escursione totale di ben 73 divisioni nel bifilare. Queste perturbazioni furono l'annunzio di una splendida aurora boreale veduta in molti luoghi d'Europa, come a dire a Londra a Parigi, a Moncalieri ecc. La granulazione nel sole era vivissima e magnifica in questi giorni.

Fino al giorno 23 si mantenne al massimo il numero delle macchie, sebbene fossero tutte assai minute cioè fra i 45 ed 80 millimetri quadrati di superficie occupata nel loro totale. Il bifilare al solito dopo la perturbazione del 10 salì continuamente, lentamente abbassandosi il verticale, ed il giorno 19 si ebbe una terza e straordinaria perturbazione magnetica contemporanea ad un'aurora boreale veduta in Isvezia. Questa è stata l'ultima delle fortissime e straordinarie perturbazioni magnetiche in questo anno. Dal 20 al 1 Decembre venne sempre più diminuendo il numero delle macchie e l'area perturbata discese fino al minimo di 37^{mmq} il giorno 2 Decembre. I magneti ancora vennero assai ristringendo le loro escursioni e non si ebbero più se non delle assai mediocri perturbazioni fino alla fine dell'anno.

11.° Periodo. Questo stato di poca attività specialmente quanto all'area di superficie occupata forma l'11° ed ultimo periodo di quest'anno. Il massimo assoluto quanto al numero delle macchie si ebbe il giorno 11 e 12 di Decembre e fu di 12 gruppi. Il massimo poi dell'area occupata si ebbe il giorno 25 e fu di 93^{mmq}. Le perturbazioni quantunqne mediocri, pure si ebbero esattamente all'epoca della massima e minima escursione, come apparisce dalla curva pubblicata

nella 1ª comunicazione. La perturbazione del giorno 10 corrispose ad un'aurora boreale veduta in Iscozia nella notte fra il 9 e il 10. Il minimo assoluto quanto al numero delle macchie si ebbe il giorno 26, e quanto all'area di superficie occupata si ebbe il giorno 22 con 47^{mmq}. Così compiesi il quadro rappresentante l'attività solare nell'anno 1871. Da quest'epoca incomincia la lenta diminuzione della medesima pe' seguenti anni, e mentre nel 1870 e 1871 l'escursione delle alternative nella curva delle macchie giunse talora fino a 15 gruppi nello spazio di 8 a 10 giorni, dopo quest'epoca non superò il valore di 7 od 8 nel medesimo periodo.

E qui in sul termine di questa comunicazione non sarà inopportuno l'intrattenerci alquanto intorno al fatto costantemente osservato dell'andamento diurno del bifilare e del verticale quale risulta dall'esame delle costruzioni grafiche, anche fuori del periodo delle straordinarie perturbazioni magnetiche. Fino dal 1859 il Ch. P. Secchi si era accorto dallo studio degli strumenti magnetici, di questa nuova specie di manifestazioni, poco avvertito fino a quell'epoca. Ecco le sue parole (1): « Accade spesso che per più giorni con- » secutivi gli strumenti vadano oscillando regolarmente in apparenza, però » talmente che il loro medio sempre si sposta, alzandosi od abbassandosi » costantemente, come se la curva diurna fosse un'ondicella formatasi sopra » un'onda maggiore. Arrivata però la tensione (mi si permetta questo termine) » ad un certo limite, essa scema rapidissimamente, ed in uno o due giorni » dissipa l'accumulamento di parecchi. Citeremo come esempio le epoche del » 15 Agosto, 17 Settembre, 2 Ottobre 1859 ecc. Nel declinometro tali onde » sono appena sensibili, ma sono notabilissime e contemporanee nel verti- » cale e nel bifilare. Tal fenomeno assai frequente è una vera perturbazione, » benchè non accompagnata da impazzimenti degli aghi; essa agisce notabil- » mente sui medii, e l'effetto suo principale è di spostare le ore tropiche e » l'escursioni diurne. » E più oltre, dopo avere stabilito il vero carattere di queste perturbazioni che cioè: *le variazioni diurne appajono costantemente come piccole ondicelle formate sopra altre onde a periodo di maggior durata che diremo onde lunghe*; prosegue dicendo che « salve le grandi » perturbazioni straordinarie, è raro che l'escursione dell'onda *lunga* superi » quella dell'onda diurna. Le grandi perturbazioni sono sempre annunziate » da un aumento di escursione diurna e dello spostamento lentamente accu- » mulato delle curve diurne ». Fin quì egli.

---

(1) V. Memorie dell'Osservatorio del Coll. Romano 1859, pag. 232. N.º 29, nuova serie.

Ora da quanto abbiamo esposto minutamente in questa e nelle precedenti comunicazioni, gli ulteriori studi intorno a questa materia ci fanno vedere come queste onde lunghe accadono alternativamente allorchè nel sole ad un'epoca di calma od anche solo di momentanea assenza o scarsezza delle macchie, succede un successivo e rapido aumento nel numero, e molto più nell'estensione della superficie perturbata. Direbbesi (come facemmo notare nella 1ª Communicazione) che vi vuole il concorso di molte macchie per cagionare la perturbazione finale, la quale viene lentamente apparecchiandosi col crescere del loro numero, accaduta la quale formasi una nuova onda, che io chiamerei di ristabilimento d'*equilibrio magnetico*, per la precedente perturbazione fortemente commosso, come avviene nel caso delle burrasche secondo la già citata osservazione del P. Secchi.

Questo fatto apparisce in modo manifesto all'epoca del massimo dell'attività solare e delle grandi alternative nella curva delle macchie. E che da esse voglia principalmente ripetersi ne è una prova il vedere quello che accade all'epoca dei minimi, e specialmente del minimo assoluto da noi osservato nel 1867 in cui sole 32 macchie si videro sulla superficie solare. Infatti in quell'anno è quasi insensibile il notato andamento nel verticale e nel bifilare, e per molti giorni scomparisce affatto l'onda *lunga* ed apparisce (sebbene assai tenue) al formarsi di alcuna macchia sul sole che n'era scevro. Il medesimo fatto si comincia di bel nuovo ad osservare in quest'anno, nel quale è notevolissima la diminuzione dell'attività solare, e ciò viene a confermare ampiamente le precedenti conclusioni.

Pongo termine a questa 4.ª comunicazione col richiamare alcune conclusioni del Ch. P. Secchi da esso esposte nella sua 5ª. comunicazione sopra la distribuzione delle protuberanze intorno al disco solare, e dedotte dall'esame delle prime 9 rotazioni osservate dal 23 Aprile al 31 Decembre del 1871, scegliendo quelle che sono più strettamente connesse colla materia che abbiam tra mano. E sono le seguenti:

a) Dal medio delle protuberanze nelle varie rotazioni risulta una progressiva diminuzione nel numero delle protuberanze dal Maggio in poi. Essa ha raggiunto un massimo tra Maggio e Giugno ed un minimo da Settembre a Ottobre tornando poscia a risvegliarsi col crescere delle macchie nell'Ottobre e Novembre.

Ora, una semplice occhiata alla nostra curva delle macchie ed al numero esprimente l'area di superficie perturbata ci mostra come appunto in quell'epoche si abbiano ed il massimo ed il minimo corrispondenti nel numero,

e nell'estensione delle macchie, il che fu notato dal P. Secchi, nella citata memoria. Ecco le sue parole:

b) Questo minimo trovasi d'accordo col numero delle macchie, che è assai diminuito da Settembre in poi; ed in quest'ultimo periodo anche il diametro solare preso al cronografo ha dato un valore molto costante, mentre nell'epoche di massimo è riuscito assai variabile da un giorno all'altro.

c) Questi fatti fanno sospettare una relazione fra l' attività solare ed il numero delle protuberanze o meglio la loro estensione specialmente in altezza.

d) Osservasi la circostanza che dopo un periodo di calma, al comparire qualche macchia sul disco ancorchè essa sia lontana dagli orli, pure si vede su tutta la circonferenza una certa animazione e recrudescenza di attività. Questo fatto deve avere la sua origine sulla struttura solare, e mostra con che immensa rapidità si propaghino sul globo solare quelle vicende che producono tali effetti. Tale velocità sembra provare, secondo il ch. autore, che il corpo intero ha una mobilità estrema , quale solo possiamo concepire in una massa , o tutta , od in parte gassosa. Non apparisce ragione perchè in un corpo solido una eruzione che avvenga in un punto debba animare con tanta rapidità tutto il resto, ed anche la parte diametralmente opposta. Quindi abbiamo una grande congettura , se non una prova dichiarata che il corpo solare gode di una fluidità in sommo grado, quale solo sotto le pressioni che ivi regnano, può esser propria d'un fluido elastico. Fin quì egli.

Il fin qui detto ad evidenza ci mostra quanta luce vengano ad aggiungere al nostro argomento queste accurate osservazioni intorno alle eruzioni ed alle protuberanze, se già tanto si potè dedurre dal semplice aspetto e dal numero delle macchie. Nelle seguenti comunicazioni rileveremo sempre più quest'intima e già sufficientemente provata correlazione fra i fenomeni solari ed i magnetici per così accostarci sempre più alla ricerca ed alla scoperta definitiva della loro cagione.

SOPRA LA STIPE VOTIVA DI BOURBONNE-LES-BAINS CEMENTATA DA CRISTALLIZAZIONI METALLICHE CONTEMPORANEE ED ILLUSTRATA DAL CH. PROF. E. DAUBRÉE NELL' ACCADEMIA DELLE SCIENZE DI PARIGI.

NOTA

DEL CAV. PROF. MICHELE STEFANO DE ROSSI

Il Sig. Daubrée nella seduta del 22 Febbraio 1875 riferì all'Accademia delle scienze (1), come facendosi un'esplorazione nel fondo di un pozzo detto *Puisard romain* fra le sorgenti termali di Bourbonne-les-Bains ; si è posto in secco il fondo del medesimo. Esso era ricoperto d'un fango argilloso e nerastro, contenente nella sua parte superiore vegetali e pezzi di legno, ossa di frutta ed altro. Più in basso conteneva migliaia di medaglie romane di bronzo, d'argento e d'oro unitamente ad oggetti diversi, cioè statuette, spilloni, bacchette ecc. Le monete erano 4600, delle quali quattro in oro, 256 in argento ed il rimanente in bronzo ed in rame. Vi sono state riconosciute in molte monete le teste di Nerone, di Adriano, di una delle Faustine e di Onorio. Vi sono stati anche trovati alcuni blocchi di pietra, uno dei quali con iscrizione *ex voto* , con l' ordinaria dedica propria della località, cioè DEO BORVANI ET DAMONAE.

Questi oggetti per la massima parte sono stati evidentemente gettati nel pozzo, secondo l'antico costume, come offerta alle divinità locali, ossia come stipe. Al di sotto del piano, nel quale abbondavano le monete, si trovò uno strato tutto composto di frammenti di pietra, e principalmente di *gres*. Tanto le pietre, come le monete, erano tutte impastate con una sostanza metallica ivi deposta dalle acque in forma cristallina.

Siffatta cristallizzazione, necessariamente posteriore al gettito della stipe , forma l'oggetto principale dello studio del Daubrée, il quale saviamente vi riconosce un caso unico piuttostochè raro , nel quale ci è dato toccar con mano una data storico-geologica per la formazione delle cristallizazioni pre-

(1) *Comptes rendus* , 1875 n.° 8 , 22 *Février*. *Sur la formation contemporaine dans la source thermale de Bourbonne-le-Bains* (*Haute-Marne*).

dette. Queste cristallizazioni, senza la presenza delle monete, che non solo vi sono impastate, ma che hanno anche contribuito della loro sostanza, sarebbero state giudicate provenire da tempi indefiniti. Perciò è questo un fatto che illumina grandemente le questioni relative ai tempi occorsi nelle formazioni geologiche, ed in particolare nelle formazioni dei filoni metalliferi.

Questo argomento importantissimo toccato dal Daubrée potrebbe essere opportunamente svolto e confrontato con molte formazioni esistenti nel nostro suolo; nel quale la storia ed i monumenti essendo assai antichi, e l'attività delle forze endogene telluriche assai recenti, non mancherebbe materia per studi non poco fruttiferi. Ma non è su questo punto ch'io voglio chiamare oggi l' attenzione, a proposito della scoperta di Bourbonne-les-Bains. Voglio far notare ciò che il Daubrée appena accenna nella descrizione, ma non ne addita l'importanza speciale.

Al di sotto delle monete romane eravi uno strato di scaglie di pietra, e specialmente di *gres*; il quale, facendo parte del fondo artificiale del pozzo, avea subìto la medesima cementazione metallica. Trovavasi anche esso nelle condizioni della stipe. Potremo inferirne, che esso fosse parte della stipe medesima e ne rappresentasse un primo letto spettante a tempi anteriori ai romani ? Ed in questo caso potrebbesi credere, che quelle scaglie fossero una stipe litica, ossia spettante all'epoca della pietra ? Questi sospetti sarebbero congetture verosimili, ma poco fondate, se mancassero dell'appoggio di altri esempi.

Qui debbo ricordare, come io per il primo abbia dimostrato (1) che nella celebre scoperta della ingente massa di stipe votiva, rinvenuta dal Marchi nelle acque Apollinari di Vicarello al disotto degli strati di *aes rude* si ritrovassero scaglie silicee, che erano rifiuti e frammenti degli utensili di pietra focaia spettanti all'epoca preistorica, appellata *neolitica*. Nella sopracitata pubblicazione, oltre agli argomenti dimostranti la positività del fatto della scoperta, ho addotto i testi e le notizie archeologiche, che illustrano ed insieme stabiliscono la verità della scoperta medesima.

Dopo il rinvenimento della stipe litica di Vicarello, in più luoghi abbiamo io ed altri avuto sentore di simili scoperte nei bacini delle acque. Si sono cioè riconosciuti oggetti spettanti quasi certamente a gruppi di *ex voto* gittati nelle acque di fiumicelli e torrenti, che giacevano mescolati con scaglie ed armi di pietra focaia, aventi perciò la medesima origine votiva (2).

---

(1) Secondo Rapporto sugli studi e sulle scoperte paleoetnologiche nel bacino della campagna romana. Roma 1868.

(2) V. Bullettino di Corrisp. Archeol. Marzo 1875.

In conseguenza di questi confronti diviene somma la probabilità, che lo strato di scaglie lapidee rinvenute dal Daubrée sotto gli *ex voto* del *Puisard romain* di *Bourbonne-les-Bains* rappresentino veramente la stipe neolitica usata nelle Gallie prima dell'invasione romana. Non occorre dimostrare, come questa concatenazione di fatti e di scoperte illumini le grandi questioni sull'antichità dei tempi preistorici; e come dimostrino esser questi in immediata concatenazione coi tempi non solo istorici, ma perfino romani.

Non è dello scopo di questa nota l'addentrarmi di più in siffatto argomento, sopratutto perchè non essendo stati ancora pubblicati tutti i particolari archeologici della scoperta di *Bourbonne-les-Bains*, non possiamo troppo estendere la nostra analisi sopra quella scoperta. Basti l'averne accennato la sommamente probabile spiegazione ed importanza, rimanendo poi la cura della esatta verifica di ogni particolare e della stessa mia congettura a chi si occuperà in modo speciale dell'analisi archeologica della bella scoperta illustrata per la parte fisica dal Daubrée innanzi all'Accademia delle scienze.

SULLE DIATOMEE ESISTENTI NEL CARBON FOSSILE E RAPPORTI SCIENTIFICI DELLE MEDESIME

COMUNICAZIONE

DEL SIG. CONTE AB. FRANCESCO CASTRACANE

Le osservazioni da me fatte nello scorso anno su le ceneri del carbone fossile di Newcastle, di Liverpoll, di Saint Etienne, e sul Cannel coal di Scozia, nelle quali costatai la presenza delle Diatomee appartenenti all' istesse specie che vivono presentemente, non diversificandosene per verun carattere (dando così una smentita alla teoria di Darwin e ai sognatori della evoluzione della specie), giunsero a mezzo del Giornale di botanica del Prof. Pringsheim alla conoscenza dell'Inglese Sig. Sorby Presidente della Reale Società microscopica di Londra. Questi adunque mi scriveva pregandomi di volergli spedire alcuna delle mie preparazioni delle ceneri dei detti carboni, al fine di poterle far conoscere ai membri di quella Società. In tale occasione ho voluto proseguire le stesse indagini su altri carboni, ed ora posso annunziare avere analizzato i carboni fossili di due altre provenienze e precisamente quei che servono alla preparazione del gaz dell'illuminazione, i quali lasciando meno di residui reputansi più antichi. Fra questi il carbone di Waldrige di Newcastle si è finora mostrato molto povero di Diatomee, ma pure vi ho riconosciuto qualche Pinnularia. L' altra specie cimentata fù il Cannel coal di Torban Hill in Scozia: questo mi ha presentato abbondanti Nitzchie che mi riserbo di studiare.

Ecco dunque fin ora sei qualità di carboni fossili da me osservati, e tutti mi hanno presentato l'istesso risultato.

COMUNICAZIONE

Il Segretario comunica all'Accademia come il Rabenhorst nel fascicolo 26 della *Bryotheca Europaea* riporta l'esemplare e la intiera diagnosi dell'*Amblystegium Formianum* pubblicata negli Atti della nostra Accademia (Anno XXVII – Sessione III – 22 Febbrajo 1874, pag. 101, dalla Ch. Sig. Contessa Elisabetta Fiorini-Mazzanti. Di più il celeberrimo Schimper dichiara, con lettera diretta alla sullodata signora, essere stati dalla medesima bene definiti i caratteri dell'*Amblystegium Formianum* che sin quì i botanici avevano vagamente descritto sotto nomi diversi, ed aggiunge che nella nuova edizione della *Synopsis* dei Muschii Europei, che già è sotto i torchii, sarà riportato l'*Amblystegium* suddetto con la diagnosi quale la ebbe data l'illustre nostra Accademica.

SOCI PRESENTI A QUESTA SESSIONE

R. P. Angelo Secchi Presidente – Monsig. Francesco Regnani – Prof. Mattia Azzarelli – P. Francesco Provenzali – Cav. Prof. Michele Stefano De Rossi – Prof. Tito Armellini – Prof. Ottaviano Astolfi – P. Francesco Saverio Ferrari – Monsig. Francesco Nardi – Conte Ab. Francesco Castracane degli Antelminelli – Principe D. Baldassarre Boncompagni – Vincenzo Diorio.

L'Accademia riunitasi alle ore 4 $\frac{1}{2}$ pomeridiane, si sciolse alle ore 6 $\frac{1}{2}$.

OPERE VENUTE IN DONO

1. *Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti dal Novembre* 1874 *all'Ottobre* 1875 — Tomo Primo, Serie Quinta — *Dispensa Terza* — Venezia Presso la Segreteria dell'Istituto nel Palazzo Ducale. Tip. Grimaldo e C. 1874—75. In 8°
2. *Atti della R. Accademia delle scienze di Torino pubblicati dagli Accademici Segretari delle due classi.* Vol. X, Disp. 3ª (Gennaio 1875). Stamperia Reale di Torino di G. B. Paravia e C. In 8°
3. BONCOMPAGNI (B.) — *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche pubblicato da B. Boncompagni,* ecc. Tomo VII. Novembre–Dicembre 1874. Roma tipografia delle Scienze Matematiche e Fisiche, Via Lata, Num° 211 A. 1874. In 4.°
4. DENZA (P. FRANCESCO). — *Bullettino Meteorologico dell'Osservatorio del R. Collegio Carlo*

Alberto in Moncalieri Con Corrispondenza degli Osservatorii di Piacenza e di Lodi, e delle altre stazioni meteoriche delle Alpi e degli Appennini Italiani — Vol. IX. Num. 7 — 31 Luglio 1874. — Torino 1875 - Collegio Artigianelli — Tip. e Lib. S. Giuseppe — Corso Palestro, 14. In 4.°

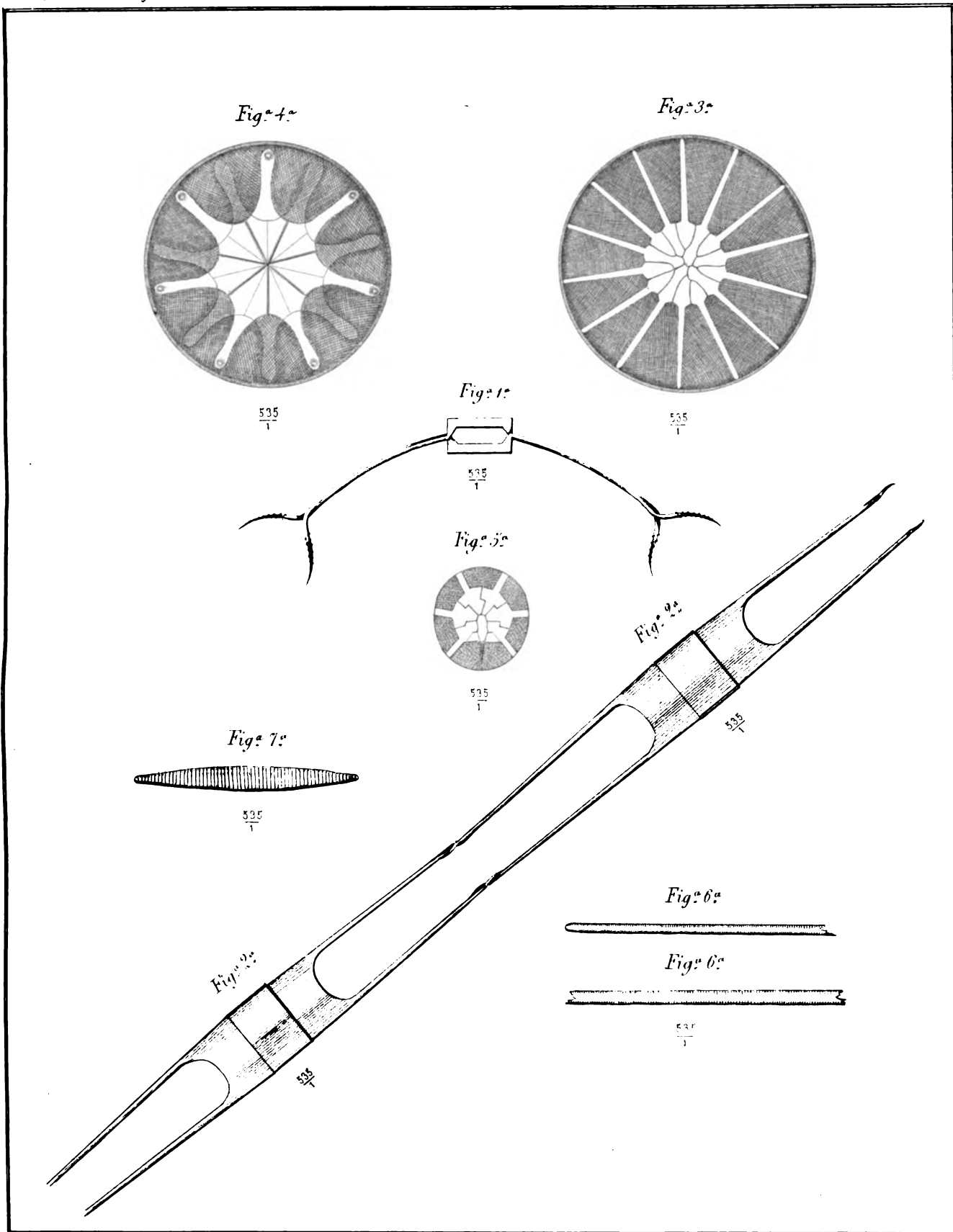
5. —— (*Osservatorio di Moncalieri*). *Il Congresso internazionale dei Meteorologisti riunito a Vienna dal 2 al 16 Settembre* 1873. *Relazione del P. Francesco Denza*, ecc. Torino 1874, ecc.. In 16.°
6. LUVINI (Giovanni). — *Equazione d'equilibrio di una massa gassosa sotto l'azione della sua elasticità e della forza centrifuga di Giovanni Luvini*, ecc. Stamperia Reale di Torino di G. B. Paravia e Comp. 1875, In 8.°
7. —— *Proposta di una sperienza che può risolvere in modo positivo la questione : Se l' etere nell'interno dei corpi sia con questi collegato e li segua ne'loro movimenti totalmente, parzialmente o punto per* Giovanni Luvini, ecc. 1875. In 8.°
8. MULLER (Felix). — Studien über Mac Laurin's geometrische Darstellung elliptischer Integrale von Dr. Felix Müller. Berlin, ecc. 1875. In 8.°
9. *Rendiconto della R. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche* (Sezione della Società Reale di Napoli) — Anno XIV. — Fascicolo 2°—3° — Febbraio—Marzo 1875. In 4.°

Cromo-Lit. Spithover

Fig. 1. Chaetoceros Messanense, n.s. — Fig.a 2.a Hemiaulus? Auckii, Grunow — Fig.a 3.a Asterolampra Rotula, Grev. — Fig.a 4.a Asterolampra Marylandica, Ehrbg. var. Ausonia — Fig.a 5.a Asteromphalos robustus, n.s. — Fig.a 6.a Synedra Thalassotrix, Cleve — Fig.a 7.a Synedra Sicula, n.s.

ATTI
DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA DE' NUOVI LINCEI

SESSIONE VI[a] DEL 23 MAGGIO 1875

PRESIDENZA DEL P. ANGELO SECCHI

MEMORIE E COMUNICAZIONI
DEI SOCI ORDINARI E DEI CORRISPONDENTI.

GLI ORGANI DEL SUDORE E DELLA TRASPIRAZIONE

COMUNICAZIONE

DEL PROF. VINCENZO DIORIO

Due secoli e mezzo sono già decorsi da che il Santorio illustre professore della Università di Padova pubblicava il suo famosissimo libro intitolato *L'arte della statica medicina* (1), e non ostante lo sviluppo immenso che da quell'epoca fino a noi hanno preso le scienze coadjutrici dell'arte di guarire ; egli è da temersi ragionevolmente che non forse il progresso ci risospinga tal fiata colà donde esso primitivamente muovea a dissodare i campi del sapere, abbandonati ad un troppo fiducioso tradizionalismo.

Ed in fatti leggevamo nel quinto aforismo della prima sezione della statica Santoriana su accennata: « *Perspiratio insensibilis vel fit per poros corpo-* » *ris, quod est totum transpirabile et cutem tamquam nassam circum-* » *positam habet: vel fit per respirationem per os factam quae unica die* » *ad selibram circiter adscendere solet; hoc enim indicant guttae in spe-* » *culo, si ori apponatur.* » Appariva nettamente dalle parole quì riportate

(1) Sanctorii Sanctorii Justinopolitani — Ars de Statica Medicina aphorismorum sectionibus septem comprehensa. Venetiis, apud Nicolaum Polum 1614 in 12.

come quell'attentissimo osservatore che fù il Santorio distinguesse due maniere diverse di transpirazione insensibile; delle quali l'una si verificava per i pori del corpo, e l'altra per le vie respiratorie.

Nè i secoli che successero ebbero da modificare in questo la dottrina di quel pazientissimo sperimentatore. Le due vie per le quali si conguagliano i compensi fra l'atmosfera ed il corpo nostro sotto i rapporti di temperatura, di pressione, idrometricità e chimismo, pur troppo non sono altre di quelle sù enunciate; ossia la superficie esterna del corpo e la interna che forma la parete libera delle cavità respiratorie.

Se però analizzando quell'antica sentenza si cercasse di conoscere se la medesima possa ancora,oggidì ritenersi per esatta nelle sue espressioni, la scienza moderna avrebbe forse a ridirvi sopra qualche cosa. E siccome suole non riuscire del tutto inutile il controllare, quando se ne presenti la occasione opportuna, i fatti nuovi con la scienza antica, e viceversa analizzare i teoremi antichi con i dati della scienza moderna; mi lusingo di conseguire la venia altrui se dall'aforismo su citato traggo argomento della presente comunicazione.

Il Santorio, seguendo in ciò i maestri dell'arte di Esculapio che lo aveano preceduto (1), non solo insegnò che per i pori del corpo si facesse la maggiore parte della traspirazione insensibile ma riuscì a provare ciò stesso con 30 anni di continuata esperienza, giungendo a dare in peso le espressioni delle varianti, alle quali porgono occasione, sotto tale rapporto, le vicende ordinarie della vita. La scienza, che ha progredito , giunge oggi però fino a negare che sieno propriamente quei pori gli organi di cotanto interessante funzione.

Importa adunque il conoscere se sieno adesso da escludere quei minutissimi pertugii o forellini onde è crivellato l'esterno nostro indumento, dalla funzione che ha tanti rapporti con il nostro ben essere ; o se invece sieno quelli da considerarsi ancora siccome attivi, giusta quanto ne tramandarono

---

(1) L'origine antica dello studio medico della traspirazione cutanea ci è rivelata dallo Hallero che nella sua fisiologia ha lasciato scritto così « Minus perspicua, multo tamen majori apud me- » dicos fama altera haec est per cutem exhalatio. Res ipsa antiquissima est, quam et Hippocra- » tes (Peri trofis: Epidem: VI. Sect. 6) habeat, et Teophrastus (De sudoribus. Vocat pneuma, » quod perpetuo et absque sensu excernitur), et Erasistratus (Apud Galenum de Venae sect. adv. » Erasitrat. c. 9.) et Ascelepiades (Ab ea suppressa morbi. Celsus p. 9. Aurelianus), et Galenus » (Gal. Meth. Med. L. III. VIII. De nat. hum. L. I. c. 12. De Atra bile c. 4.) et reliqui scholae » pristinae medici. Famam addidit Sanctorius (*Medicina statica*, quae primum Venetiis Anno 1614 » excusa fuit, inde innumerabiles editiones prodierunt) cujus in ipsa perspiratione nomen pe- » renne superest, quod primus medicorum per experimenta in causas ejus exhalationis et in men- » suras inquisiverit ». (Elementa Physiologiae corporis Humani. Auctore Alberto Haller. Lausannae 1769. Tomus Quintus, pag. 52. §. IV.).

gli antichi: tanto nell'uno poi quanto nell'altro supposto, rimarrà a vedere quale materia sbucci fuori dai forellini predetti, e se la medesima somigli sempre a se stessa.

Prima però di addentrarsi in così fatte ricerche, egli è necessario di riandare il significato che dierono i scrittori dell'età passate alla voce *pori*, senza di che non sarebbe possibile lo intendersi intorno al nostro ragionare. *Poro* (*Poros* in latino) è voce derivata dal greco idioma, nel quale avea differente significato a seconda che nella prima sillaba con la ω o con l'O venisse scritta. Πῶρος valeva callo, durezza, *Tophus* dei latini: Πόρος invece significava forame, *meatus* nella lingua del lazio. Che in questo secondo senso sia stata dal Santorio adoperata la parola *poros* apparisce evidentissimo. Intanto a tutti è noto che i *pori sensibili*, ossia quelli che appajono quali interruzioni di continuità, non sono da confondere con i *pori fisici* dei quali nessun corpo difetta, quantunque all'occhio armato eziandio di lente possano non apparire.

Ora attese le precedenti dichiarazioni, si potrebbe domandare se il Santorio intendesse parlare di porosità fisica, ovvero di porosità sensibile, allorquando enunciava quel fondamentale aforismo della sua statica medicina. Stando a quanto interpreti e chiosatori ineccezionabili ne hanno rivelato, è d'uopo conchiudere che quell'insigne autore parlasse esclusivamente di pori sensibili ossia dei forellini esistenti sul corpo e visibili all'occhio, tanto più se munito di lente: siamo obbligati a pensarla così dopo quello che Martino Lister e Giorgio Baglivi ne scrissero commentando il Santorio (1), sono queste le loro parole (2):

« *Insensibilem perspirationem, ubique corporis ad eumdem modum fieri*
» *verisimile est; nimirum per excretorios Glandularum ductus; atque hi*
» *ipsi illi pori sunt authoris, aut per majora viscerum foramina, qualia*
» *sunt Ductus Hepaticus bili dicatus, Virsungianus sive Pancreaticus, et*
» *si qui fuerint id genus patentiores.* »

La chiarezza delle espressioni adoperate da que' celebri commentatori ci dispensa dal ricorrere ad altri argomenti per provare che di aperture sensibili parlasse il Santorio, allorquando indicava l'organo della traspirazione cutanea, togliendone il concetto dai suoi predecessori.

---

(1) Sanctorii Sanctorii. De statica medicina aphorismorum sectiones septem: accedunt in hoc opus commentarii Martini Lister et Georgii Baglivii. Patavi 1728, Typis Jo: Baptistae Conzatti. Superiorum permissu, ac priv. Pag. 4, V.

(2) « Insensibilem vocaverunt, quod oculis, minus quam sudor, sit obnoxia; non ideo vero in-
» visibilis » (Haller. Elem. Physiol. Vol. cit. pag. 52, §. V.)

Se da quell'epoca remota ci trasportiamo con il pensiero fino alla età presente; rinveniamo intorno all'argomento stesso dottrine contraddittorie tanto, da fornire sicuramente una men fausta idea dell'attuale progresso scientifico; se il medesimo anzichè concorrere a rischiarare verità oscure od a rivelarne di nuove, riuscisse sempre (come forse nel caso nostro parrebbe verificarsi) piuttosto ad oscurare veri già conosciuti, che non a discuoprirne di nuovi.

Di contradizioni siffatte potrebbero addursi parecchii esempii ; onde però non abusare della pazienza altrui, ne accenneremo soltanto qualcuno tratto dalle opere fisiologiche più recenti e più diffuse.

Cominceremo dal ricordare un passo del *Budge* Professore alla Università di Greifswald, che è stato quello che ci ha spinti a tracciare la comunicazione presente. Nel compendio di Fisiologia umana, tradotto in francese, con l'autorizzazione dell'autore, dal sig. Eugenio Vincent (1), alla pag. 358-359 si legge così: « Que les glandes sudoripares . . . . . sécrètent réellement de la » sueur, ce n'est pas encore définitivement prouvé . . . . En tous cas, la » sécrètion de la peau, qu'on évalue en moyenne à deux livres, n' est pas » tout entière sécrètée par ces organes. Bien plus, le liquide de la perspi» ration cutanée traverse l'enveloppe cutanée à la faveur de la diffusion, et » la pression sanguine peut y avoir une part essentiel. »

A meglio rivelare il nostro opinamento intorno alla sentenza del Budge testè riportata ci sia lecito di ricordare sommariamente che sulla superficie del corpo nostro apronsi due specie di pori, dei quali gli uni meno copiosi, men diffusi ed adossati assai di frequenti ai bulbi piliferi, costituiscono le aperture delle ghiandolette sebacee (*pori sebacei*): gli altri numerosissimi, sparsi ampiamente ed in taluni punti aggruppati sulla superficie anzidetta, corrispondono ai sbocchi delle ghiandolette sudorifere.

Le ghiandolette sudorifere sono corpicciuoli minutissimi della media dimensione di un mezzo millimetro , sepolti nella profondità del derma; ossia al disotto del corpo papillare, del reticolo Malpighiano e dei strati cornei dell'epidermide. La struttura di queste ghiandolette è semplicissima consistendo ognuna di esse in un tubo sottilissimo , assai lungo e chiuso in una estremità. Questa si trova aggomitolata e costituisce così il corpo della ghiandola. L'altra estremità è aperta e si solleva perpendicolarmente al piano della pelle, traversandone tutto lo spessore. Giunge in tal modo, salendo sempre, fino a toc-

(1) Compendium de Physiologie humaine, par Julius Budge professeur d' anatomie et de physiologie, Directeur de l'Institut anatomique et physiologique à l'Université de Greifswald. Traduit de l'Allemand, et annoté avec l'autorisation de l'auteur. Par Eugène Vincent. Paris G. Masson, Éditeur-Libraire de l'Académie de médecine. Place de l'École de médecine, 1874. Tous droits réservés.

care lo strato interno, ossia il più profondo, della lamina cornea della epidermide. Ivi finiscono le pareti proprie dei tubi sudoriferi, i quali prima di perdere le pareti proprie divengono lievissimamente imbutiformi. Non cessa però nel punto medesimo la conduzione verso il di fuori del prodotto delle glandole anzidette; giacchè un forellino spirale, pratticato nella spessezza medesima dello strato corneo della epidermide, serve a dare uscita sulla pelle ai liquidi, ai gaz, od altro, che dagli organi sottoposti possa derivare.

I tubetti costituenti le ghiandole sudorifere possono giungere alla lunghezza da 2 a 7 millimetri; il loro diametro misura generalmente $0^{mm}.33$, $0^{mm}.45$. Le pareti loro trovansi fatte di una membranuccia omogenea sottilissima la quale ne costituisce la parte fondamentale. Questa membranuccia è rafforzata da una massa di tessuto uniente ricchissimo di cellole plasmatiche, il quale può considerarsi come il fornitore dell'invoglio esterno e fibroso di tali ghiandolette. Nel lume interno dei tubetti ghiandolari si discuopre uno strato semplice di cellule epiteliali pavimentose, il quale ha la spessezza di un duecentesimo di millimetro. Questo però non si rinviene nella porzione del tubetto ghiandolare che sollevandosi dal glomerulo risalisce nel tessuto del derma avvicinandosi al suo sbocco. Questa parte, per così dire ascendente, delle ghiandole sudorifere è composta di due membranuccie soltanto, delle quali la esterna più densa e fibrillare trovasi qualche volta rafforzata da fibre muscolari liscie, siccome accade di vederne non di rado nella stessa massa del glomerulo. La spessezza di questa membrana esterna giunge ad un millesimo di millimetro. La interna invece è sottilissima e non misura più di un seicentesimo di millimetro di spessore. Quest' ultima è della stessa natura della membrana che abbiamo detto fondamentale. Si comprende facilmente che la porzione ascendente delle ghiandole sudorifere, ne rappresenta il condotto escretore. Giunta essa a contatto della faccia interna dello strato corneo della epidermide, cessa di esistere con pareti proprie, come abbiamo già detto; ed invece continua in una canalizzazione attraversante la epidermide; la quale non procede in linea ascendente retta, ma invece in linea spirale abbastanza regolare. Si comprende da ognuno, come da questi canaletti sprovvisti di pareti proprie, potrebbero sfuggire i liquidi od i gaz transitanti senza ostacolo alcuno: e quindi i medesimi potrebbero insinuarsi senza difficoltà nei spazii interstiziali circonvicini e per tale via giungere, passando fra una cellula e l'altra, fino alla superficie esterna dei nostri integumenti. Osterebbe però, nel caso nostro, alla accettazione di un tale fatto, la struttura istiologica dello strato corneo della epidermide, riconosciuto da tutti impenetrabile. E vuolsi quì pure ricordare che i tessuti epiteliali, mancando di una sostanza fondamentale ed es-

sendo incastonate le une con le altre direttamente; non possono fornire quella strada intercellulare, che sempre sarebbe indispensabile, perchè potessero aver luogo gl'infiltramenti supposti. I vasi sanguigni giungono fino alle ghiandole sudorifere, e perciò le injezioni delicate le coloriscono, ed in taluni casi veggonsi le piccole ramificazioni vascolari che le raggiungono con sufficiente nettezza. I nervi non sono stati veduti ancora sulle medesime: la subordinazione per altro della funzione loro alle influenze psichiche, e le esperienze per le quali recisi certi rami del trisplacnico, la secrezione di quelle si accresce; non permettono di escludere i filamenti nervosi da questi organi minutissimi (1).

Dal testo di Bugde riportato di sopra appariva nettamente come egli ritenesse per non ancora provato definitivamente: 1.° che fossero le ghiandole sudorifere quelle che separavano il sudore : 2.° che il liquido costituente la traspirazione insensibile (*perspiration cutanée*) traversasse l'inviluppo cutaneo per mezzo della diffusione. Conseguirebbe da tale dottrina che i pori apparenti forse non darebbero il sudore, mentre i pori fisici produrrebbero evidentemente la traspirazione insensibile. La quale proposizione riuscendo contradittoria a quella espressa dal Santorio nell'Aforismo V, e spiegata con ogni chiarezza dal Lister e dal Baglivi, renderebbe nulle e di nessun valore tutte le conseguenze che il Santorio dedusse dai suoi trent' anni di esperienza, e che furono accettate come norme sicure nell'arte del guarire dai medici più celebri delle età passate.

Se però in questioni di fatto ed in soggetti di osservazione, possono non rimaner dubbie le risultanze, allorquando i sensi ce ne facciano invariabile testimonianza; se le strutture organiche indagate dalla fina anatomia per mezzo del microscopio, hanno dato per certo che la presenza di un organo induce ad ammetterne come possibile la relativa funzione (siaci pur essa ancora sconosciuta); non riesce facile lo indovinare donde mai sieno sorte le dubbiezze, alle quali le espressioni del Budge accennano, intorno agli organi del sudore propriamente detto.

I commentatori del Santorio, avanzando il secolo nel quale vivevano, parlarono di glandole a dotti escretori manifesti ed aperti sul corpo , le quali dessero per prodotto la traspirazione insensibile; ed era questa che in casi determinati, facendosi sensibile, diveniva il sudore. Lo indicarono eglino apertamente con le espressioni seguenti:

(1) Éléments d'Histologie humaine par A. Kölliker. Paris, Victor Masson 1856, pag. 171—172. = Traité élémentaire d'Histologie humaine normale et pathologique par C. Morel. Paris, J. B. Baillière et fils 1864, pag. 186. = Traité d'Histologie et d'Histochimie par H. Frey. Traduit par le Dr. P. Spillman. Paris, F. Savy 1871, pag. 720.

« Sudor vim quandam affert insensibili transpirationi; ideo crudum expel-
» litur ea festinatione: imo pori in sudore totidem vomitoria existimandi sunt,
» ob nimiam relaxationem osculorum glandularum in cute positarum » (1).

---

(1) Sanctorii Sanctorii Op. ed. cit. pag. 11 Comm. XXI. = Il Prof. H. Milne-Edwards nella sua stupenda opera intitolata: Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux, nel tomo X, pag. 41, nota (2): così scrive « La découvert des glandes sudoripares » a été faite à peu près en même temps en France par Breschet et Roussel de Vaunzème, et en » Allemagne par Purkinje. Leeuwenhoek avait aperçu des pores à la surface de la peau (Leeu- » wenhoek, Epist. sup. compt. naturae arcan. Epist. XLIII, 1719) et Eichhorn avait constaté » que ces orifices appartiennent à des tubes (Eichhorn, Veber die Aussonderungen durch die Haut » und über die Wege durch welche sie geschehen (Meckel's Archiv für anatomie und physiol., » 1826, pag. 405), mais la disposition des glandules en question était inconnue avant les recher- » ches des anatomistes dont je viens de citer les observations (Breschet et Roussel de Vauzème. » Recherches anatomiques et physiologique sur les appareils tégumentaires des animaux. (Ann. » des sciences natur. 2.e Série, 1834, T. II, p. 192 et suiv., pl. 10). » Lister e Baglivi però fino dal 1728 avevano parlato di quelle glandole come risulta dal testo surriferito. In quanto ai pori poi, prima del Leeuwenhoekio se ne erano accorti gli antichi, trovandosi in C. Celso menzione di *Manantia corpuscula per invisibilia Foramina* (Vedi Sanct. Sanct. Op. ed. edit. cit. pag. 2., Comm. I. II.) Che anzi la storia delle glandole sudorifere incomincia da un epoca ancora più remota secondo quello che ce ne ha tramandato Alberto Haller il quale ne scrisse nel Tomo V della sua fisiologia (pag. 42 dell'ediz. citata) così « Hae quas diximus glandulae (*Folliculi et sinus pingues*) » oculorum ipsorum confirmantur. Verum absque eo testimonio Cl. Viri Nicolaus Stenonius (Ep. » ad Bartholin. Cent. III. n.° 65. Anat. Rajae, pag. 42.) et Malpighius (De ext. tact. org. p. 38-39), » utque solet fieri, alii magnorum virorum sectatores omni in corporis ambitu glandulas recepe- » runt, per quas ipsas sudor secerneretur, in adiposa membrana positas, arteriis, venis, nervisque, » praeditas (Malpighi ibid. p. 39), osculo exiguo apertas (Tubuli sudoriferi in Aethiope conspi- » cui. Pechlin. nigr. Aeth. p. 80): cui ne quid deesset, valvulam praefixerunt, a Contulo (Tr. de » lapidibus, podagra & ex conjectura) et Mangeto (Theatr. anat. T. 25), ita depictam, ut per eam » se pediculus libere moveret, utque adeo oculos nullo modo fugere possent. Numerosa est Cl. » Virorum series qui ejusmodi sudoriferas glandulas adoptarunt (Lister Hist. de l'Accad. 1702, » pag. 40. — Duverney in Zod. Gall. pag. 208-212. — Cowper ad. t. 4. f. 6. — Verheyen L. II. » p. 134. — Bergen p. 184. — Lister de hum. p. 376. — Eschenbach anat. p. 322—327. — Per- » rault Ess. T. III. pag. 284). » Lo Hallero accennando i lavori già pubblicati a suo tempo, intorno alle glandole sudorifere, non nascose la ripugnanza che sentiva ad ammetterle ed accettarle per vere, non ostante il rispetto e la stima grande che professava a molti di quelli che ne avevano scritto. Ed a chi ricercasse la ragione di quella ripugnanza, potrebbe dessa apparire manifesta nella massima che lo Hallero stabilì, dettando che « non facile sunt admittendae corporis » humani partes, quas sensus nostri non ostendunt » (Op. e vol. cit. pag. 43, §. XXI in fine). Ora il Malpighi nel suo aureo trattato « *De externo tactus organo* » non parla solo di strutture visibili alla portata ordinaria dell'occhio umano, ma si bene di trame organiche visibili e studiate da lui con il microscopio. Vide egli che nella sua profondità il derma « *multiplices glandulas* » *continet, quae propriis excretoriis vasis pollent* (Marcelli, Malpighi. Opera. Lugduni Batavorum » 1687, Tom. II, pag. 201) », ed apparisce nettamente dalle sue parole che aveva veduto e studiato » le glandole sudorifere. Leggiamo infatti nei libri suoi così: « Postremo examinauda occurrit *Manus*, » in cujus vola elatae quaedam rugae diversas figuras describunt; in extremo tamen digitorum apice » *spiraliter ductae, si microscopio perquirantur, patentia sudoris ora* per medium protracti dorsi » exhibent; ut autem interiora paterent, admoto candente ferro, facile extimam detraxi cuticulam » quae striis subjecto corpori correspondent; *et ubi sudoris excretoria vasa hiant* conversa quae- » dam pellicula interiora versus non absimilis cucurbitulae extenditur, ad edendum forte valvulae

Questa stessa dottrina può dirsi sostenuta anche oggi da qualche illustre autore; sia sotto il rapporto della unicità dell'organo secernente, sia sotto l'altro della qualità del prodotto che sorte da quello, delle quali proposizioni ci facciamo ad avanzare qualche prova.

Il Dottore Gustavo Le Bon nell'opera pubblicata l'anno 1874 a Parigi con il titolo. « *La vie. Physiologie humaine äppliqué a l'hygiène et a la mé- » decine* » insegna così (1): « La peau humaine représente un immense cri- » ble dont le trous sont les extrémités des glandes sudoripares . . . .

» Ainsi que nous l'avons dit au commencement de ce capitre, c'est par » les glandes sudoripares, *et non par tous les points de l'enveloppe cuta- » née*, que se fait l'exhalation de vapeur d'eau qui s'échappe constamment » de la surface du corps » La unicità dell' organo funzionante tanto nella traspirazione insensibile quanto nel sudore, non crediamo possa più chiaramente difendersi di quello abbia fatto il Le Bon nel recente suo libro.

Per ciò che si riferisce alla identità del prodotto, due testimonianze entrambi di sommo peso ne citeremo. La prima ci è fornita dall'Oëhl il quale nel suo manuale di fisiologia si esprime così (2): « Il sudore è una secrezione » consecutiva, derivante dalla produzione dell'epitelio pavimentoso delle glan- » dole sudorifere. I prodotti della desquammazione epitelica (*corpi sudoriferi*) » sono prevalenti nel sudore non manifesto, e si ponno anche vedere nel con- » dotto escretore sotto forma di masse pigmentate in giallo bruno, dalle quali » si può precipitare un albuminoide coll'acido acetico ed a cui vanno commi- » ste goccie adipose e cellule epiteliche. Fino a questo punto la secrezione ha » un carattere plasmatico; ma quando essa si accelera, e il sudore appare sotto » forma di goccie allo sbocco dei condotti allora, per la preponderanza del- » l'acqua, tanto la primitiva, che la consecutiva assumono il carattere della » secrezione sierosa. Noi non sappiamo se il sudore insensibile si esterni alla » cute, quale sotto forma di sostanza giallognola lo si osserva nelle ghiandole

---

» ministerium, ut interdum tensa detineat sudorem, et laxata exitum permittat » (Op. ed Ediz. cit. pag. 203). Lo studio microscopico delle glandole sudorifere fatto dal Malpighi, apparisce sicuramente iucompleto paragonato con quello che oggi trovasi esposto nei trattati di Istiologìa; ciò però non toglie che dalla gloria della scoperta di quelli organi non debba separarsi il nome di questo illustre italiano che fù il primo ad adoperare il microscopio in servizio delle scienze anatomiche.

(1) J. Rothschild Éditeur. 13. Rue des Saint-Pères. Pag. 302—303.

(2) Manuale di Fisiologia ad uso dei medici e degli studenti del Dott. Eusebio Oëhel Professore di Fisiologia nella Università di Pavia, con figure intercalate nel testo. Parte Seconda. Milano Tipografia di Zanetti Francesco, Via del Senato 26, 1868; pag. 333, §. 75.

» sudorifere, specialmente ascellari, mescolandosi quivi al sebo, come avviene
» del cerume, che sembra essere un miscuglio di secrezione sebacea e sudo-
» rifera, ovvero, se prima di uscire alla cute, gradatamente conducasi ad ac-
» quistare i caratteri di un liquido simile a quello del sudore profuso. Non
» è quindi che di questo ultimo, che noi possiamo occuparci ».

Il passo testè riportato rivela come per l'Oehl il sudore non manifesto, deriva dall'organo medesimo che produce il sudore sotto forma di goccie allo sbocco dei condotti: il sudore insensibile, è identico al sudore sensibile per natura, quantunque non si sappia se si governi come quest'ultimo nell'atto di sua escrezione od uscita.

Più recentemente il Robin ci ha confermato la stessa identità, dettando che
« D'une manière générale, on donne le nom de sueur au liquide versé à la
» surface de la peau, condensé en gouttelettes dans certaines conditions nor-
» males. . . . . C'est ce même liquide qui, lorsqu'il s'echappe à l'état de
» vapeur, porte le nom de transpiration ou d'exhalation cutanée » (1).

Dopo tali testimonianze, se richiamiamo ad esame la proposizione del Budge sù da noi trascritta, la quale confessammo avere data occasione al presente lavoro; non potremo forse fare a meno di maravigliarci della incertezza che quel Professore ha sparso, intorno a fatti ed a dottrine accettate per vere da tanti antichi e recenti scrittori. Ed ove anche occorressero altre autorità a confermare ciò stesso, non sarebbe certo difficile il rinvenirle. Che anzi in conferma di questo vero, ci sia lecito di recare in mezzo la dottrina dell'ultimo Maire francese di Strasburgo, del Prof. Küss, quale ci venne trasmessa con il suo corso di Fisiologia; opera postuma pubblicata per cura del Dottor Duval nell'anno 1872. Egli dunque insegnava così: « *Teguments externes.*
» L'épithélium de ces surfaces se compose de nombreuses couches: snperfi-
» cellement on trouve des cellules aplaties, tandis que dans les couches pro-
» fondes dominent les formes globulaires; ce sont ces derniers éléments qui
» présentent les manifestations vitales caracteristiques de ces épitheliums: en
» en effet ce qu'on appelle vulgairement épiderme, la couche la plus super-
» ficielle de la peau, celle qui est en conctat avec l'exterieur, *n'est pas de*
» *l'épitelium vivant, c'est un corps mort, une substance cornée, impermea-*
» *ble, autant que le cautchouc par exemple* » (2).

---

(1) Leçons sur les Hnmeurs normales et morbides du corps de l'homme, professée a la faculté de medicine de Paris, par Charles Robin &. Deuxième édition, revue et augmentée. Paris, Librairie J. B. Baillière et fils. Rue Hautefeuille, 19, près le Boulevard Saint-Germain 1874, pag. 730.

(2) Cours de Physiologie professé à la faculté de médicine de Strasbourg. Par E. Küss. Rédigé

Ora dichiarata la epidermide tanto solennemente impermeabile, cornea, morta; le sostanze che la attraversano donde mai otterrebbero il passaggio, se non si aprissero sù di quella altri organi a sbocco manifesto e patente? Non parrebbe egli dopo ciò dimostrato ad evidenza che la scienza moderna ci riconduce per mano all'antica? Anzi a ribadire questa medesima conclusione viene opportunamente quanto l'autore aggiunse dichiarando « On croyait au» trefois que la sécrétion sudoripare n'était qu'une simple évaporation des » parties liquides du sang *traversant l'épiderme*. La découvert des glandes » sudoripares *a permis de localiser cette sécrétion* ». Quindi per i dati della scienza moderna parrebbe che dovesse modificarsi nel testo di Budge il passo nel quale è scritto « non essere ancora provato definitivamente » sieno le glandole sudorifere quelle che segregano l'umore da cui è stato dato loro il nome.

Se non che dai fatti fino ad ora ricordati è apparso, come tanto gli antichi quanto i recenti scrittori, che di tale argomento impresero a trattare, considerarono tutti come due maniere diverse di uscita del prodotto delle glandole sudorifere la traspirazione così detta insensibile ed il sudore. Lo che non essendo universalmente accettato, ne consiegue che gli autori i quali hanno considerato quelle come funzioni diverse, assegnarono alle medesime organi distinti di produzione. A sostenere la qual tèsi ricorsero eglino a svariati argomenti, fra i quali altri potrebbero dirsi comuni ed altri proprii: fra i primi andrebbe annoverata la osmosità dei tessuti viventi, specialmente se membranosi: fra i secondi si ricorderebbe la natura chimica diversa del prodotto insensibile (traspirazione) e del sensibile (sudore); la subordinazione di questa seconda funzione alle emodinamiche varianti ed alle azioni nervose riflesse; mentre la prima apparisce invece proporzionale alla pressione vascolare compensatrice di altre secrezioni, e legata con i fatti della nutrizione. Finalmente il sudore si manifesta nelle condizioni fisiologiche senza rapporti necessarii di tempo, di regione o di quantità prestabilita: la traspirazione invece cresce o diminuisce con lo avvicendarsi del giorno con la notte; vi sono per la medesima, in certo modo, momenti fissi e vicende ricorrenti periodiche; presso a poco come dai botanici si riconosce avverarsi nella respirazione dei vegetabili: da ultimo essa non si circoscrive o localizza, come tal fiata accade verificarsi del sudore, ma rimane invece sempre funzione generale sulla superficie del vivente organismo. La mano asciutta appressata al ghiaccio si vede

par le Docteur Mathias Duval Prosecteur de la faculté de médicine de Strasbourg. Paris, Librairie J. B. Baillière et fils 1872.

a tutte ore fumare. Il Bellini asseriva di poter dimostrare ciò stesso con la sua mano in un ambiente oscuro, ed illuminato da una sola candela. Haller asserisce di aver veduto nelle miniere di Clausthalia il Sig. Rammelsberg esalare da ogni dito, dalla faccia e da ogni parte nuda del corpo un fumo ed una nube (1): ciò che consente di prestar fede al racconto di quelli esploratori delle terre polari, i quali narrano che alla temperatura di – 36°, il corpo umano apparisce come circondato da una nube, che si risolve presto in ghiacciuoli, i quali cadendo fanno attorno ad esso un romore sensibile a qualche distanza. Fuvvi mai alcuno che vedesse sudare un corpo vivo a quella bassissima temperatura? Dunque non si apposero male quei Fisiologi che distinsero l' una dall' altra queste due funzioni, la traspirazione insensibile cioè, ed il sudore. È fra questi il nostro Salvatore Tommasi, Professore chiarissimo di Fisiologia nella Università di Napoli, il quale nelle sue Istituzioni di Fisiologia dichiara che « L' esalazione acquosa (traspirazione insensibile) » non ha bisogno delle glandole sudoripare: essa si effettua dalla superfi- » cie de' vasi cutanei, ed è sostenuta dal grado di pressione con cui circola » il sangue in quelle parti e dalla temperatura animale. Quindi, ogni qual » volta cresca la temperatura del corpo e cresca la suddetta pressione del » sangue, cresce ad un tempo l'esalazione. Anche l'aumento della tempera- » tura esterna la rende più attiva; il che si osserva nei tempi caldi e sec- » chi, e quando ci collochiamo in un ambiente di aria riscadata » (2) . . . « . . . Il sudore è il prodotto della secrezione delle glandole sudoripare, come » l'orina dei reni » (3). Dietro le quali assertive, salta agli occhi di ognuno la difficoltà che trattiene dallo accettarle siccome sonano; mentre se delle glandole sudoripare sono manifesti gli sbocchi aperti sulla periferia del corpo; non si veggono egualmente scoperti ed intrecciati sulla medesima quei vasi cutanei che dovrebbero rappresentare la sorgente della esalazione acquosa insensibile; che pure, quantunque non apparente, si lascia facilmente riconoscere (secondo il sullodato scrittore) quante volte cresca la temperatura del corpo, o la pressione sanguigna. Nè è da credere che la esalazione predetta sia cosa da poco, mentre si calcola ad un chilogrammo la quantità d'acqua perduta così nelle 24 ore dal nostro organismo. I capillari della cute, ed i vasi di ogni maniera che la percorrono, hanno al di sopra una massa stra-

(1) Haller. Op. e Vol. cit., pag. 52—53.

(2) Istituzioni di Fisiologia del Dottore Salvatore Tommasi, Professore di Clinica Medica nella R. Università di Pavia, ecc. — Torino — L'unione Tipografico-Editrice, 1860, pag. 376.

(3) Id. Op. cit., pag. 377.

tificata di tessuto epidermoideo, il quale intanto che fa da corteccia al corpo; costituisce, come disse il Küss, una sostanza cornea, morta, impermeabile come il *cautchouc*. In qual maniera adunque potrebbe accadere, che quella impenetrabilità fosse vinta dall'umore acqueo circolante con il sangue assai al di sotto di quelli strati? Diciamo poi *assai al di sotto*, intendendo parlare di rapporti microscopici, e di proporzioni non mensurabili con la portata ordinaria del senso.

La proposizione difesa dal già Professore di Pavia venne abbracciata da parecchi contemporanei in Italia e fuori, quantunque taluno ne modificasse qualche espressione. Troviamo fra questi il Béclard che pure asserendo: « La » sortie de l'acide carbonique et celle de la vapeur d'eau, et, d'autre part, » l'entrée de l'oxygène, doivent se produire, et se produisent en effet; sur » toutes les surfaces molles en contact avec l'atmosphère » (1), distinse il contatto mediato dall'immediato del sangue circolante con l'atmosfera stessa, e confessò che « indépendamment de ce que son derme (de l'homme) a pres» que partout une épaisseur et une densité bien supérieures à celles du » derme muqueux, est encore recouverte d'un épithélium pavimenteux stra» tifié et corné, qui limite beaucoup les phénomènes d'échange » (2). Ciò che fa maggiore impressione si è il leggere poche pagine dopo, quanto il Béclard ha scritto relativamente allo studio numerico proporzionale di questa esalazione cutanea. Affermò egli che « Lavoisier et Séguin ont les premiers, » cherché à évaluer numériquement la proportion de la vapeur d'eau exhalée » par la peau, en un temps donné » (3). Povero Santorio! 30 anni di vita passati disagiatissimamente sopra di una stadera neanche bastarono ad assicurargli l'onore della sua scoperta! Egli nel VI aforismo avea dettato « Si » cibus et potus unius diei sit ponderis octo librarum, transpiratio insensi» bilis ascendere solet ad quinque libras circiter », e nel VII: « Quantitas » perspirationis insensibilis aliquam varietatem patitur pro varietate naturae, » regionis, temporis, aetatis, morborum, ciborum, et aliarum rerum non na» turalium » (4); ma pure con tutto questo la proporzione numerica giornaliera di quella funzione dovrebbe dirsi non istudiata prima di Lavoisier e Séguin (5)! Non è però degli stranieri che noi dobbiamo fare le maraviglie

(1) Traité Élémentaire de Physiologie Humaine comprenant les principales notions de la Physiologie comparée par T. Béclard, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, etc. Cinquième Édition — Paris — P. Asselin, 1866, pag. 411, §. 155.

(2) Op. Ediz. e luogo citato.

(3) Op. ed ediz. cit. pag. 414, §. 157.

(4) Op. ed Ediz. cit. pag. 3—7.

(5) In onore della verità per quello che si riferisce alla scoperta delle ghiandole sudorifere

ma sì di alcuni contemporanei, che dimenticano le glorie patrie per brugiare incensi agl'Idoli di occasione, destinati forse a non vedere il domani.

Carlo Vogt nelle sue lettere fisiologiche (1) parlando delle glandole sudoripare, dopo di avere accennato al disuguale riparto delle medesime, indica che il numero maggiore di esse ritrovasi al tallone ed alla palma della mano « qui ne sécrète pour tant presque jamais de sueur » (2) con tutto il rispetto dovuto ad una celebrità vivente, ci facciamo lecito di osservare che il sudore della palma della mano, e quello della pianta dei piedi (con rispetto parlando) è comunissimo nei nostri paesi, anche nei giorni del più rigoroso inverno; onde è che se da quell' argomento volesse inserirsene che « Cette distribution des glandes nous montre déjà que leurs rapports avec » la sueur ne sont pas exclusifs, mais que, comme le prouvent d' autres » considérations, la sécretion cutanée a aussi lieu immédiatement par le » sang lui même et sans l'influence des glandes » (3), il discorso potrebbe peccare, in parte almeno, di falso supposto.

Che da tutti i punti del corpo umano non fluisca in copia eguale il sudore, è un fatto. Dedurre però da questo che altri organi oltre alle glandole sudoripare vi concorrano, sarebbe trarne una conseguenza non derivante dalle premesse. Quel fatto è spiegato dalla anatomia microscopica che è giunta a noverare per regioni quei minutissimi organi di secrezione, sicchè sulla superficie del corpo intiero calcolata eguale a 2160 pollici quadrati (4) Krause ha calcolato esistere circa 2,381,248 glandole sudorifere. Queste però non trovansi ripartite uniformemente nella indicata superficie, ma invece scarseggiano

ed alle loro funzioni, conviene che separiamo dalla schiera di quanti non ricordarono gli studii degli antepassati il Prof. G. Ermanno Meyer, che nel suo Trattato di Anatomia Umana tradotto in Italiano dal Dottore Giuseppe Albini (Milano — Dottor Francesco Vallardi Tipografo-Editore — 1867) alla pag. 325, aggiunse la nota seguente: « Queste glandolette (sudorifere) furono già » molto esattamente descritte da Malpighi, Stenonio e Verbeyer sotto il nome di *glandulae sub-* » *cutaneae s. miliares* (*a forma et male sic dictae*). Vengono descritte come glandulae exilissimae » ita ut in sano corpore visum pene fugiant, in tabidis vero et hydropicis conspectiores existant. » Quaevis quoque arteria, vena, nervo atque vasculo excretorio sudorifero nominato gaudet ». Poscia vennero dimenticate. Solo nel 1833 Purkynje tornò a scoprire il loro canale d'uscita nell'epidermide, e contemporaneamente Breschet e Roussel de Vauzème le glandole. Gurlt fu il primo che ne offerse la descrizione esatta (Müller's Archiv. 1835.), e riconobbe essere le glandole un semplice agomitolato. R. Wagner (Fisiologia 1ª Ediz. pag. 250) descrive per primo gli otri molteplici delle glandole. Recentemente Mans trovò simili glandole anche nella congiuntiva. Noi indicammo già in altra nota le frasi più espressive del Malpighi relative agli organi del sudore.

(1) Lettres Physiologiques par le Professeur Carl Vogt — Première édition française de l'Auteur — Paris — C. Reinwald et C.e — 1875.

(2) Op. cit. pag. 145.

(3) Op. cit. pag. 145—146.

(4) Oehl, Op. cit. pag. 337.

in alcuni punti, mentre abbondano in altri; ciò che spiega il ruscellare diverso di quell' umore in una od altra regione del corpo sotto la sferza di sole cocente in quei che sopportano i duri lavori del campo, od altrimenti esercitano il corpo loro con ismodate fatiche. Supposta ripartita la somma di tutte quelle glandole nella superficie anzidetta, ne verrebbe che non meno di mille cento e cinque se ne rinverrebbero in ogni pollice quadrato di superficie: e dapoichè ad ogni glandola corrisponde il suo condotto escretore, e ad ogni condotto escretore il suo poro od apertura sulla superficie del corpo; dalle cose prima ragionate deriverebbe che la epidermide umana per tutti quei forellini apparirebbe crivellata come uno staccio. Infatti, fatto il pollice parigino eguale a 730 millimetri quadrati (1), ne conseguirebbe che ogni due millimetri quadrati esisterebbero tre forellini e più. Ora nella ipotesi qui esposta chi mai si torrebbe l'incarico di separare nell'atto funzionale la parte di prodotto che sbuccia dai forellini, da quello che potrebbe trasudare dalle maglie che li circondano? Si opporrà, che in natura non si rinvengono egualmente ripartite le glandole sudoripare sul corpo nostro in quella maniera uniforme che è stata supposta da noi. In fatti risulta dagli studii del Krause che sulla nuca, alle spalle, alle natiche se ne rinvengono in media 417 per ogni pollice quadrato, mentre alle gote se ne trovano 548 nello spazio stesso; nella parte interna della coscia e della gamba 576; alla superficie esterna dell'avanbraccio 1093, alla interna del medesimo 1123; nelle regioni anteriori del petto e del ventre 1136; sulla fronte 1258; sulla superficie dorsale della mano 1490; sulla palmare 2736; alla pianta del piède 2685 (2). Chi non vede però che una tale ripartizione, siccome permette di calcolare il prodotto della somma degli organi produttori, così non proibisce di ripensare allo spazio che quegli osculi di secrezione ripartiti uniformemente occuperebbero sulla superficie del nostro corpo? Che se ove più scarseggiano, si credesse di trovare area sufficiente per istabilirvi un altro organo di escrezione, potrei opporre che ad avere 200 fori in un pollice quadrato di superficie occorrerebbe una rete fatta di fili sottilissimi. Il minimo delle glandole sudoripare che si aprono sulla pelle dell'uomo essendo, giusta i calcoli del Krause, 417 converrebbe che quella rete fosse costrutta con fili di meno che mezzo millimetro di spessore. Ora separare in ispazii tanto minimi la funzione del poro da quella delle areole interporose, apparirebbe questione

(1) Il pollice parigino è calcolato = 0^{m}, 027070.

(2) Traité d'Histologie et d'Histiochimie par H. Frey, Professeur à l'Université de Zurich. — Traduit de l'Allemand sur la troisième édition. Par le Dr. P. Spillmann. — Paris, F. Savy Librairie-Éditeur, 1871, pag. 721.

inutile; e lo sarebbe di fatto, se le circostanze non obbligassero a difendersi e garantirsi da certe novità che non riescono indifferenti nè per la scienza nè per le applicazioni igieniche o curative della medesima.

A conciliare, per così dire, le divergenti opinioni si adoperò il Vierordt dettando come siegue: « La cute, su tutta la sua superficie (la quale riesce di 15 piedi quadrati all' incirca), offre le condizioni opportune per la traspirazione. Circa l'ufficio cui fungono in questa secrezione, da un lato le così dette glandole sudorifere (noi dobbiamo qui fare al tutto astrazione delle glandole sebacee) e dall'altra la semplice superficie della cute, havvi contestazione. In primo luogo ci si presenta l'opinione di quelli i quali ritengono che l'acqua di traspirazione evapori soltanto agli orificii delle glandolette sudorifere. Si calcolano in media circa 1000 glandolette per un pollice quadrato di cute; esse però sono più scarse segnatamente in corrispondenza del dorso e degli arti superiori ed inferiori, molto più numerose invece nella volta del piede, nella palma della mano, nella fronte. Krause ammette che in tutta la cute vi siano oltre a 2 milioni di glandolette sudorifere e calcola la loro superficie di evaporazione (vale a dire i loro orificii riuniti insieme) a circa 8 pollici quadrati, superficie questa che è ben lungi dal rieseire sufficiente all'evaporazione dell'acqua che viene emessa dalla cute. Da ciò egli inferisce che per mezzo dell'epidermide evapori una rilevante quantità d'acqua, e trova tale suo concetto avvalorato dalle ricerche che a questo riguardo ebbe ad istituire su tratti d'epidermide. A noi sembra naturale l'ammettere che dagli orificii delle glandole sudorifere, l'acqua, per mezzo della capillarità, si estende sulla superficie cutanea circonvicina, e che in uno strato di così minimo spessore la cute possa ancora ritenersi come relativamente secca. Finalmente l'istantanea secrezione del sudore non si può far dipendere da altri organi all'infuori delle glandole sudorifere » (1). Alle quali ultime conclusioni Vierordiane noi sottoscrivendo, torniamo a confermare ciò che annunziammo fino dal principio, averci cioè recato grande sorpresa quanto il Budge ebbe inserito di dubbii nel suo interessantissimo compendio di fisiologia, intorno ad un argomento, che a gloria dei nostri antepassati dobbiamo confessare l'età moderna avere illustrato, ma non discoperto, con istudii novelli e minuziosi.

Che se può ritenersi per non provata definitivamente la pretesa sostanziale differenza fra la traspirazione insensibile ed il sudore, ed anzi la comunanza, almeno di sbocco, di entrambi ha per sè l'appoggio della istiologia; altri ar-

---

(1) Elementi di Fisiologia dell'Uomo dettati dal Dottor Carlo Vierordt, Professore di Fisiologia all'Università di Tubinga — Prima traduzione italiana eseguita sulla terza edizione tedesca dal Dottore Virginio Da Vico — Milano, Dottore Francesco Vallardi Tipografo-Editore 1867, pag. 289—290.

gomenti di pratica utilità potremmo noi derivarne, a taluno dei quali ci contenteremo di accennare sommariamente.

Riferendo di sopra l'opinione dell'Oehl intorno all'argomento discorso, vedemmo come quell'autore distingua il sudore non manifesto dal sudore manifesto; ritrovando nella secrezione del primo un carattere plasmatico, ed in quella del secondo un carattere sieroso per la preponderanza dell'acqua. Aggiungeva quello scrittore « Noi non sappiamo se il sudore insensibile si esterni alla » cute, quale sotto forma di sostanza giallognola lo si osserva nelle ghian- » dole sudorifere », dal che conchiudeva: « Non è quindi che di quest'ul- » timo (ossia del sudore manifesto) che noi possiamo occuparci » (1).

Due maniere diverse di investigazione possono condurre alla risoluzione di quel paradosso. La prima sarebbe, a mio credere, il raccorre ciò che si trova depositato sulla epidermide quando non abbiano preceduto sudori manifesti: la seconda lo studiare i depositi interstiziali dei tessuti che si manifestano in conseguenza di soppressa traspirazione, specialmente negli individui partecipanti, per condizione ereditaria o congenita, di speciali diatesi morbose. Non è adesso che possiamo noi occuparci di così fatte ricerche; non vogliamo però lasciare dimenticato un fatto, ed è che nei gottosi la soppressione della traspirazione ne riesce sommamente pregiudizievole, ed i profusi sudori non valgono ad alleviarli negli atroci loro dolori. Or bene in questi individui scorgonsi talora concrezioni tofacee, intorno alle articolazioni addoloratissime, fatte per la massima parte da elementi urici che si annidarono cristallizzando nelle cartilagini interarticolari. Ora a chi ricercasse il nesso che intercede fra la traspirazione soppressa, e tanto infausto malore; potrebbe quello apparire non difficilmente ove si riflettesse che l'urea si rinviene fra i prodotti di secrezione delle ghiandole sudorifere: e conseguentemente ove quella uscisse con il sudore, e non con la insensibile traspirazione, il primo e non la seconda dovrebbe riuscire di sollievo ai sofferenti per gotta. Di molti altri malori che trovano nella traspirazione insensibile un preservativo od un rimedio potrebbe dirsi altrettanto: cosa che servirebbe a confermare quanto già ne insegnò il Santorio nel suo XXI aforismo della prima sezione, dettando: « Perspiratio quae salubriter aufert e corpore multum, idque inutile » pondus; non est quae cum sudore fit, sed ille habitus invisibilis, qualis » hyeme uno die naturali ad quinquaginta uncias, et ultra exhalare potest » (2).

Promisi che avrei trattato un argomento recente con la dottrina antica, mantenni, il meglio che per me si potesse, la data parola.

(1) Oehl Op. e luogo cit.
(2) Sanctorio Op. ed Ediz. cit., pag. 11.

DELLE COORDINATE BIANGOLARI E LORO APPLICAZIONE ALLA LINEA RETTA, ED ALLE LINEE DEL SECOND'ORDINE

NOTA

DEL PROF. MATTIA AZZARELLI

1. La posizione di un punto sopra di un piano può essere determinata per mezzo della direzione che prendono due rette le quali partano da due punti fissi.

Sia AB la retta che congiunge i due punti fissi A, B: se dal punto A conduciamo una retta AD che formi con AB l'angolo $BAD = \theta$, e per B la retta BC che col medesimo asse formi l'angolo $ABC = \varphi$, così che abbiasi

$$\varphi + \theta < \pi,$$

esse s'intersecheranno in un punto M, e quando siano noti gli angoli φ, θ, il punto M è unico, e perciò determinato.

Se dunque potremo assegnare una relazione qualunque fra questi due angoli, come

$$f(\varphi, \theta) = 0$$

essa rappresenta una successione di punti, cioè un luogo geometrico definito per le due coordinate angolari φ, θ, e perciò questi angoli costituiscono un sistema di coordinate biangolari.

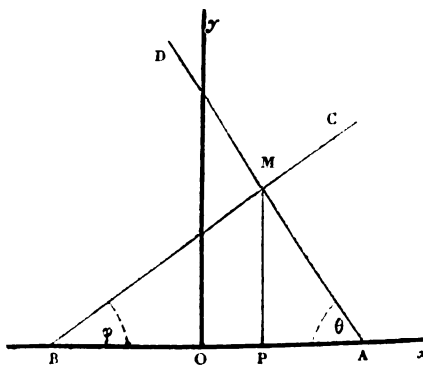
2. Relazioni fra le coordinate rettilinee e biangolari.

Si supponga $AB = 2l$, e sia il punto medio O di AB l'origine delle coordinate cartesiane, onde pel punto M abbiasi

$$OP = x, \quad PM = y.$$

Dai triangoli rettangoli abbiamo

$$y = (l - x) \tang \theta, \quad y = (l + x) \tang \varphi \quad (1)$$

dalle quali si deducono

$$x = l\,\frac{\tang\theta - \tang\varphi}{\tang\theta + \tang\varphi}$$
$$y = \frac{2\,l\,\tang\theta\,\tang\varphi}{\tang\theta + \tang\varphi} \qquad (2)$$

Data dunque in coordinate rettilinee l'equazione di una linea

$$f(x, y) = 0 \qquad (3)$$

per mezzo delle (2) avremo

$$f\left(\frac{l\,(\tang\theta - \tang\varphi)}{\tang\theta + \tang\varphi},\ \frac{2\,l\,\tang\theta\,\tang\varphi}{\tang\theta + \tang\varphi}\right) = 0.$$

Se dalle (1) deduciamo

$$\tang\theta = \frac{y}{l - x},\quad \tang\varphi = \frac{y}{l + x}$$

queste ci serviranno per passare da una equazione data in coordinate biangolari ad un altra data per coordinate cartesiane.

3. Equazione della retta

Sia la retta

$$y = mx + n \qquad (1)$$

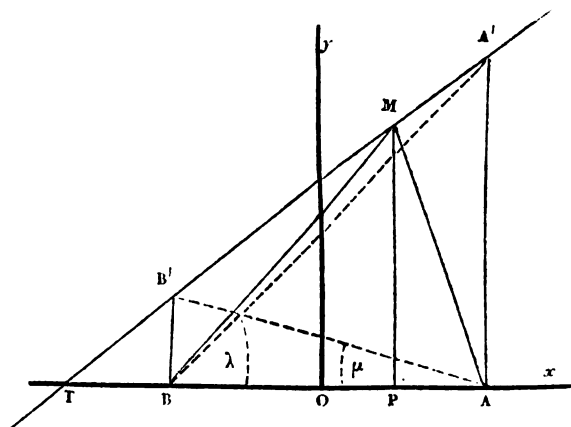
essendo

$$OP = x,\ PM = y,\ OA = OB = a$$

dai due triangoli rettangoli BPM, APM otterremo

$$y = (a - x)\tang\theta;\ y = (a + x)\tang\varphi$$

dalle quali

$$x = a\left(\frac{\tang\theta - \tang\varphi}{\tang\theta + \tang\varphi}\right),\ y = \frac{2a\tang\theta\tang\varphi}{\tang\theta + \tang\varphi}$$

che non sono altro che le (2) del paragrafo antecedente ove si è mutato l in a. Sostituiti questi valori nella equazione della retta si ha

$$2\,a\,\tang\theta\,\tang\varphi = am\,(\tang\theta - \tang\varphi) + n\,(\tang\theta + \tang\varphi)$$

e da questa deduciamo

$$\left(\frac{am + n}{2a}\right)\cot\varphi + \left(\frac{-\,am + n}{2\,a}\right)\cot\theta = 1. \qquad (2)$$

È facile riconoscere che le due quantità

$$am + n, \quad -am + n$$

rappresentano le due ordinate della retta corrispondenti alle ascisse $+a$, $-a$ cioe ai poli A, B così che posto per comodo

$$AA' = 2p, \quad BB' = 2q$$

per l'equazione della retta otterremo

$$\frac{p}{a}\cot\varphi + \frac{q}{a}\cot\theta = 1.$$

Questa equazione può mettersi ancora sotto forma più semplice, qualora si ponga

$$\text{Angolo } ABA' = \lambda, \quad \text{Angolo } BAB' = \mu,$$

perchè dai relativi triangoli rettangoli si trae

$$\frac{p}{a} = \frac{am+n}{2a} = \operatorname{tang}\lambda \;;\; \frac{-am+n}{2a} = \operatorname{tang}\mu = \frac{q}{a}$$

che sostituiti nella (2) ne risulta

$$\operatorname{tang}\lambda\cot\varphi + \operatorname{tang}\mu\cot\theta = 1 \qquad (3)$$

la quale è della stessa forma di quella assegnata da M. William Walton (*).

Noteremo qui che gli angoli λ, μ sono quelli che si deducono dalla stessa equazione della retta quando in essa si faccia successivamente $\varphi = \frac{\pi}{2}$, $\theta = \frac{\pi}{2}$.

La (3) può essere posta ancora sotto la forma seguente

$$\frac{\cot\varphi}{\cot\lambda} + \frac{\cot\theta}{\cot\mu} = 1.$$

Se però nella equazione della retta si voglia conservare l'angolo ch'essa forma coll'asse polare, e la distanza che corre tra il punto T di suo incontro con quest'asse ed il punto medio O tra A, B, avremo, fatto $OT = \gamma$,

$$2p = (\gamma + a)\operatorname{tang}\alpha, \quad 2q = (\gamma - a)\operatorname{tang}\alpha$$

onde sostituendo sarà

$$\left(\frac{\gamma + a}{2a}\right)\cot\varphi + \left(\frac{\gamma - a}{2a}\right)\cot\theta = \cot\alpha. \quad (4)$$

4. Assegnare direttamente l'equazione della retta.

S' immagini una retta TV che formi l' angolo α coll'asse polare. Di qualunque suo M sieno

(*) Vedi. Nouvelles annales de Mathématiques, deuxième série tom. X, pag. 122.

$$\text{MAB} = \theta\,, \quad \text{MBA} = \varphi$$

le coordinate biangolari. Se per comodo poniamo

$\text{AM}=r$, $\text{BM}=r_1$, $\text{AB}=2a$, $\text{OA}=\text{OB}=a$, $\text{OT}=\gamma$

avremo

$$r_1 \cos\varphi + r\cos\theta = 2a; \qquad (5)$$

ma dai triangoli TBM, TMA abbiamo

$$r_1 = \frac{(\gamma - a)\,\text{sen}\,\alpha}{\text{sen}\,(\varphi - \alpha)}\,, \quad r = \frac{(\gamma + a)\,\text{sen}\,\alpha}{\text{sen}\,(\theta + \alpha)}$$

e sostituiti questi valori nella (5) otteniamo

$$2a\,\text{sen}\,(\varphi - \alpha)\,\text{sen}\,(\theta + \alpha) = (\gamma - a)\,\text{sen}\,\alpha\cos\varphi\,\text{sen}\,(\theta + \alpha) + (\gamma + a)\,\text{sen}\,\alpha\cos\theta\,\text{sen}\,(\varphi - \alpha)$$

dalla quale dopo alcune trasformazioni si trae

$$(\gamma + a)\cot\varphi + (\gamma - a)\cot\theta = 2a\cot\alpha$$

che coincide colla (4).

5. Assegnare l'equazione della retta in alcune condizioni particolari.

Per tradurre l'equazione della retta a qualche caso particolare, giova porre

$$\text{BT} = l, \quad \text{BB}' = h$$

onde avremo

$$h = l\,\text{tang}\,\alpha, \quad \text{ed} \quad l = h\cot\alpha$$

e così essendo

$$\gamma = a + l = a + h\cot\alpha$$

dedurremo

$$\gamma + a = 2a + h\cot\alpha; \quad \gamma - a = h\cot\alpha$$

onde la (4) diverrà

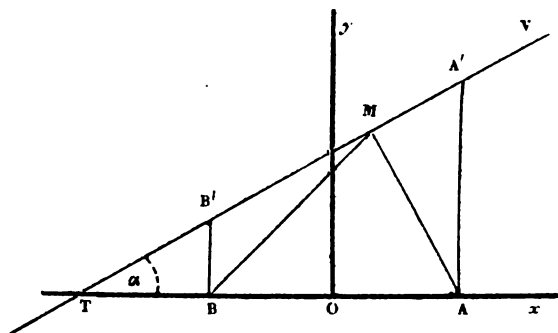
$$(2a + h\cot\alpha)\cot\varphi + h\cot\alpha.\cot\theta = 2a\cot\alpha$$

che può prendere la seguente forma

$$(2a\,\text{tang}\,\alpha + h)\cot\varphi + h\cot\theta = 2a. \qquad (6)$$

Se si vuole che la retta sia parallela all'asse polare dev'essere $\alpha = 0$, e così la (6) si muta in

$$\cot\varphi + \cot\theta = \frac{2a}{h}. \qquad (7)$$

Se qui faremo variare continuamente h avremo tutte le possibili rette parallele all'asse polare.

Quando considereremo la retta posta ad una distanza infinita rispetto l'asse polare sarà $h=\infty$, e

$$\cot\varphi + \cot\theta = 0, \qquad (8)$$

e di fatti in questa ipotesi i due raggi vettori divengono paralleli, e la (8) ponendosi sotto la forma

$$\frac{\cos\varphi}{\operatorname{sen}\varphi} + \frac{\cos\theta}{\operatorname{sen}\theta} = 0$$

diventa

$$\operatorname{sen}(\varphi + \theta) = 0$$

onde la somma dei due angoli interni vale due retti.

Se la retta coinciderà coll' asse polare, essendo allora $h = 0$ ne risulta l'equazione

$$\cot\varphi + \cot\theta = \infty \qquad (9)$$

e di fatti o ambedue gli angoli φ, θ sono nulli, ovvero l'uno è nullo e l'altro due retti, secondo che il punto che si considera nella retta sta fra i punti fissi A, B, o trovasi al di fuori di essi.

Se la retta è normale all'asse polare, essendo allora $\cot\alpha = 0$, avremo

$$(\gamma + a)\cot\varphi + (\gamma - a)\cot\theta = 0$$

che può mettersi sotto la forma

$$\gamma \operatorname{sen}(\theta + \varphi) + a \operatorname{sen}(\theta - \varphi) = 0.$$

Si supponga che la retta debba passare per uno dei due poli, e primieramente per B, avremo $\gamma = a$, e la (4) diventa

$$\cot\varphi - \cot\alpha = 0 \qquad (10)$$

e quando passi per A, essendo $\gamma = -a$ è

$$\cot\theta + \cot\alpha = 0. \qquad (11)$$

Se la retta è obbligata di passare pel centro O nella (4) dovremo porre $\gamma = 0$, e troveremo

$$\cot\varphi - \cot\theta = 2\cot\alpha \qquad (12)$$

5. Equazione della retta che passa per due punti dati.

Sieno φ_1, θ_1; φ_2, θ_2 le coordinate biangolari dei punti dati M_1, M_2 di una retta: la sua equazione

$$(\gamma + a)\cot\varphi + (\gamma - a)\cot\theta = 2a\cot\alpha \qquad (13)$$

diverrà per questi punti

$$\left.\begin{aligned}(\gamma + a)\cot\varphi_1 + (\gamma - a)\cot\theta_1 &= 2a\cot\alpha\\ (\gamma + a)\cot\varphi_2 + (\gamma - a)\cot\theta_2 &= 2a\cot\alpha\end{aligned}\right\} \qquad (14)$$

e perciò sostituendo in luogo di k, k_1, h i loro valori ne risulterà

$$\cot\varphi = \frac{2a(h_1 - l\tan\alpha)}{h_1(l\tan\alpha + 2a\tan\alpha) - l\tan\alpha(h_1 - 2a\cot\alpha)}$$

ovvero

$$\cot\varphi = \frac{2a(h_1\cot\alpha - l)}{h_1(l+2a) - l(h_1 - 2a\cot\alpha)}$$

la quale per $\alpha = \frac{\pi}{2}$ si muta in

$$\cot\varphi = -\frac{l}{h_1}$$

onde φ è ottuso.

Per l'altro angolo θ è

$$\cot\theta = \frac{2a(l+2a) - h_1\cot\alpha + 2a\cot^2\alpha}{h_1(l+2a) - l(h_1 - 2a\cot a)}$$

che per $\alpha = \frac{\pi}{2}$ dà

$$\cot\theta = \frac{2a+h}{h_1}.$$

Questi risultati possono essere verificati immediatamente perchè la retta perpendicolare diventa parallela all'asse polare.

8. Data una retta ed un punto fuori di essa assegnare la lunghezza della perpendicolare.

Sieno φ_1, θ_1 le coordinate del punto dato M_1: nel triangolo ABM essendo noti il lato AB ed i due angoli adjacenti avremo

$$BM = \frac{2a\,\text{sen}\,\theta}{\text{sen}(\varphi+\theta)}.$$

Dal triangolo ABM_1 si ha

$$BM_1 = \frac{2a\,\text{sen}\,\theta_1}{\text{sen}(\varphi_1+\theta_1)}.$$

Essendo l'angolo $M_1BM = \varphi_1 - \varphi$ avremo

$$\overline{MM}_1^2 = \overline{BM}^2 + \overline{BM}_1^2 - 2\,BM \times BM_1 \times \cos(\varphi_1 - \varphi)$$

e posto $MM_1 = p$ sarà

$$p^2 = 4a^2\left[\frac{\text{sen}^2\theta}{\text{sen}^2(\varphi+\theta)} + \frac{\text{sen}^2\theta_1}{\text{sen}^2(\varphi_1+\theta_1)} - \frac{2\,\text{sen}\,\theta\,\text{sen}\,\theta_1\cos(\varphi_1-\varphi)}{\text{sen}(\varphi+\theta)\,\text{sen}(\varphi_1+\theta_1)}\right].$$

9. I differenti problemi risguardanti la retta possono ancora risolversi facendo uso della equazione (3).

Quando la retta è parallela all'asse polare è $\lambda = \mu$ e perciò

$$\cot\varphi + \cot\theta = \frac{1}{\cot\mu}$$

Se la retta avesse una distanza infinita dall'asse polare avremo allora

$$\mu = 0, \quad \text{e} \quad \cot\varphi + \cot\theta = 0$$

Se la retta passa pel polo B sarà

$$\mu = \frac{\pi}{2}, \quad \text{e quindi} \quad \cot\varphi = \frac{1}{\cot\lambda}$$

il che è evidente per essere φ complemento di λ.

Quando la retta passasse pel polo A sarebbe

$$\lambda = \frac{\pi}{2}, \quad \text{e} \quad \cot\theta = \frac{1}{\cot\mu}.$$

Se la retta passa pel centro allora la figura quadrilatera AA'B'B diventa un parallelogrammo e gli angoli λ, μ diventano opposti, e perciò

$$\cot\lambda = -\cot\mu \quad \text{onde} \quad \cot\theta - \cot\varphi = \frac{1}{\cot\lambda}.$$

Se le due rette sono fra loro parallele, le loro equazioni saranno

$$\cot\lambda \cot\varphi + \cot\mu \cot\theta = 1$$

$$\cot\lambda_1 \cot\varphi + \cot\mu_1 \cot\theta = 1$$

essendo λ, λ_1, μ, μ_1 costanti delle quali dobbiamo assegnare la loro dipendenza. A questo fine fatta la costruzione che si osserva in figura troveremo essere

$$AA_2 - AA_1 = BB_2 - BB_1$$

ma

$$AA_2 = AB\cot\lambda_1 \quad AA_1 = AB\cot\lambda$$

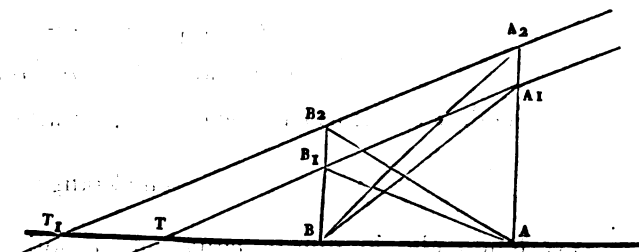
$$BB_2 = AB\cot\mu_1 \quad BB_1 = AB\cot\mu$$

e perciò

$$\cot\lambda_1 - \cot\lambda = \cot\mu_1 - \cot\mu$$

da cui

$$\cot\lambda_1 - \cot\mu_1 = \cot\lambda - \cot\mu$$

per mezzo della quale possiamo determinare uno dei due coefficienti λ_1, μ_1;

e se poniamo quindi altra condizione, come potrebbe essere quella che la retta debba passare per un punto dato, avremo allora l'equazione della retta parallela ad un altra che sarà completamente determinata.

Se le due rette non sono parallele, potremo assegnare il loro punto d'incontro. Sieno infatti

$$\cot\lambda \cot\varphi + \cot\mu \cot\theta = 1$$

$$\cot\lambda_1 \cot\varphi + \cot\mu_1 \cot\theta = 1$$

le quali essendo coesistenti, ci danno

$$\cot\varphi = \frac{\cot\mu_1 - \cot\mu}{\cot\lambda \cot\mu_1 - \cot\lambda_1 \cot\mu}, \quad \cot\theta = \frac{\cot\lambda - \cot\lambda_1}{\cot\lambda \cot\mu_1 - \cot\lambda_1 \cot\mu}$$

che danno il punto richiesto.

10. Date l'equazioni delle linee del second' ordine in coordinate rettilinee determinare quelle che loro appartengono in coordinate biangolari.

Sia primieramente la ellisse

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

se in questa sostituiremo i valori di x, y datici dalle (2) del paragrafo 2 avremo

$$\frac{l^2}{a^2}\left(\frac{\operatorname{tang}\theta - \operatorname{tang}\varphi}{\operatorname{tang}\theta + \operatorname{tang}\varphi}\right)^2 + \frac{4l^2}{b^2}\cdot\frac{\operatorname{tang}^2\varphi \operatorname{tang}^2\theta}{(\operatorname{tang}\theta + \operatorname{tang}\varphi)^2} = 1,$$

ed essendo l arbitraria porremo $l = a$, ed allora dopo facili riduzioni otterremo

$$\operatorname{tang}\theta \operatorname{tang}\varphi = \frac{b^2}{a^2} \qquad (21)$$

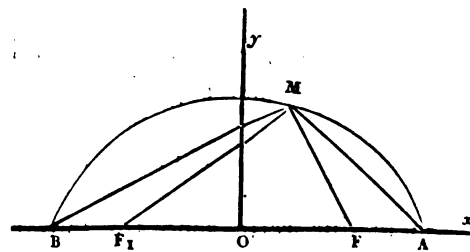
avvertendo che in questa equazione i poli delle coordinate biangolari sono i vertici dell'asse maggiore, e gli angoli φ, θ si contano ambedue a partire dalla retta AB e non dal suo prolungamento.

Se in questa equazione si prende θ per variabile principale, abbiamo

$$\operatorname{tang}\varphi = \frac{b^2}{a^2}\cdot\frac{1}{\operatorname{tang}\theta}$$

e perciò se di qui si vuole dedurre il vertice A della curva si deve porre $\theta = \frac{\pi}{2}$ e si avrà

$$\operatorname{tang}\varphi = 0 \quad \text{onde} \quad \varphi = 0$$

cioè la retta BM si confonde coll'asse maggiore.

Se nella (21) si pone $a=b$ essa mutasi in

$$\tang\varphi \tang\theta = 1$$

onde

$$\tang\varphi = \cot\theta$$

che appartiene alla circonferenza.

Se alla equazione (21) si dà la seguente forma

$$\tang\varphi \tang\theta = \frac{a+e}{a} \times \frac{a-e}{a}$$

ove e rappresenta la distanza focale, potremo porre

$$\tang\varphi = \frac{a-e}{a}, \quad \tang\theta = \frac{a+e}{a}$$

che ci danno i valori razionali per le due linee trigonometriche, le quali verificano la data equazione.

Se si ponesse $\theta=\varphi$ ne risulta

$$\tang^2\varphi = \frac{b^2}{a^2} \quad \text{e} \quad \tang\varphi = \pm\frac{b}{a}$$

cioè i punti della curva posti agli estremi dell'asse minore.

Se poniamo $\theta=0$ si ha

$$\tang\varphi = \infty \quad \text{onde} \quad \varphi = \frac{\pi}{2}$$

11. Sia ora la iperbole

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$$

nella quale sostituiti i soliti valori si ottiene

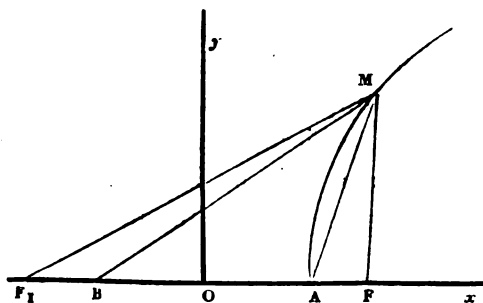
$$\frac{l^2}{a^2}\left(\frac{\tang\theta-\tang\varphi}{\tang\theta+\tang\varphi}\right)^2 - \frac{4l^2}{b^2}\left(\frac{\tang\theta\tang\varphi}{\tang\theta+\tang\varphi}\right)^2 = 1$$

nella quale supposto $l=a$ otteniamo la seguente

$$(\tang\theta-\tang\varphi)^2 - \frac{4a^2}{b^2}\tang^2\theta\tang^2\varphi = (\tang\theta+\tang\varphi)^2.$$

Dobbiamo qui notare che nelle formole (1) del paragrafo 2, l'angolo θ è interno rispetto il triangolo ABM, ma nella iperbole lo prenderemo esterno, onde in luogo di $+\tang\theta$ dovremo porre $-\tang\theta$, e perciò l'ultima equazione

diviene

$$(\text{tang}\,\varphi + \text{tang}\,\theta)^2 - \frac{4a^2}{b^2}\,\text{tang}^2\varphi\,\text{tang}^2\theta = (\text{tang}\,\varphi - \text{tang}\,\theta)^2$$

dalla quale

$$\text{tang}\,\varphi\,\text{tang}\,\theta = \frac{b^2}{a^2} \qquad (22)$$

che è della medesima forma della equazione alla ellisse, ma differisce soltanto da essa pel significato dell' elemento θ, mentre quello della ellisse è supplemento di quello della iperbole.

Gli angoli φ, θ mutano cosi di valore che il prodotto delle loro tangenti trigonometriche e costante: e se la (22) si pone sotto la forma

$$\text{tang}\,\varphi = \frac{b^2}{a^2} \cdot \frac{1}{\text{tang}\,\theta}$$

ne risulta che al diminuire di θ cresce l' angolo φ e viceversa, onde fatto $\theta = \frac{\pi}{2}$ ne risulta $\varphi = 0$.

Si ponga la medesima equazione sotto la forma

$$\text{tang}\,\varphi\,\text{tang}\,\theta = \frac{e+a}{a} \times \frac{e-a}{a}$$

essendo e la distanza focale, avremo

$$\text{tang}\,\varphi = \frac{e+a}{a}\,, \qquad \text{tang}\,\theta = \frac{e-a}{a}$$

che sono valori razionali.

Supponiamo ora che il punto M sulla curva si allontani continuamente dal suo vertice, allora l'angolo esterno θ va diminuendo, e l'interno φ va crescendo onde ha luogo la ricerca di quel punto pel quale i due angoli divengono eguali. In questa ipotesi avremo

$$\text{tang}\,\varphi = \text{tang}\,\theta = \frac{b}{a}$$

la quale ci fa conoscere che i due raggi vettori AM, BM hanno una direzione limite nella quale risultano paralleli ad una retta che passa pel centro ed è diagonale del rettangolo circoscritto i cui lati sono $2a$, $2b$.

12. Sia la parabola di equazione

$$y^2 = 2px$$

e prendendo per poli delle coordinate biangolari i due punti dell' asse che

segnano il fuoco e la direttrice, nelle solite formole generali dovremo porre $l = \frac{p}{2}$ e così avremo sostituendo

$$\frac{p^2 \operatorname{tang}^2 \varphi \operatorname{tang}^2 \theta}{(\operatorname{tang} \varphi + \operatorname{tang} \theta)^2} = \frac{p^2 (\operatorname{tang} \theta - \operatorname{tang} \varphi)}{\operatorname{tang} \theta + \operatorname{tang} \varphi}$$

dalla quale

$$\operatorname{tang}^2 \varphi \operatorname{tang}^2 \theta = \operatorname{tang}^2 \theta - \operatorname{tang}^2 \varphi$$

e quindi

$$\operatorname{tang}^2 \varphi \, (1 + \operatorname{tang}^2 \theta) = \operatorname{tang}^2 \theta$$

e finalmente

$$\operatorname{tang} \varphi = \operatorname{sen} \theta \qquad (23)$$

Quando $\theta = 0$ è anche $\varphi = 0$, e per $\theta = \frac{\pi}{2}$ si ha $\operatorname{tang} \varphi = \frac{\pi}{4}$: dopo questo valore l'angolo θ diventa ottuso, ma sempre minore di due retti, onde il suo seno è positivo, ed il ramo della curva si estende indefinitamente.

Se poniamo

$$\omega = \pi - \theta$$

si ottiene

$$\operatorname{tang} \varphi = \operatorname{sen} \omega$$

dalla quale risulta che mai l'angolo ω può eguagliare φ, perchè se si ponesse $\omega = \varphi$ ne risulterebbe

$$\cos \varphi = 1, \quad \text{onde} \quad \varphi = 0$$

il che si verifica soltanto pel vertice.

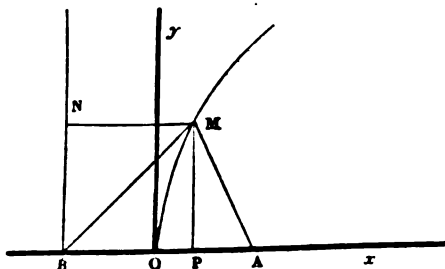
13. L'equazioni biangolari delle tre curve coniche possono stabilirsi direttamente senza supporre quelle in coordinate cartesiane.

Sia la ellisse e si prendano per poli i fuochi e ritenute le solite denominazioni per gli angoli, si dicano r, r_1 i raggi vettori del punto M, avremo la nota relazioni tra essi e l'asse maggiore

$$r + r_1 = 2a$$

ma

$$r = \frac{2e \operatorname{sen} \varphi}{\operatorname{sen}(\varphi + \theta)}, \quad r_1 = \frac{2e \operatorname{sen} \theta}{\operatorname{sen}(\varphi + \theta)}$$

e perciò

$$\frac{\operatorname{sen} \theta + \operatorname{sen} \varphi}{\operatorname{sen}(\varphi + \theta)} = \frac{a}{e} \qquad (24)$$

e fatto $\frac{a}{e} = m$ per renderla esplicita avremo

$$\text{sen}\,\varphi + \text{sen}\,\theta = m\,\text{sen}\,(\varphi + \theta)$$

la quale sviluppata ci dà

$$\text{sen}\,\varphi\,(1 - m\cos\theta) + \text{sen}\,\theta = m\,\text{sen}\,\theta\cos\varphi:$$

quadrando e dando tutto in seno troveremo

$$\text{sen}^2\varphi + \frac{2\,\text{sen}\,\theta\,(1 - m\cos\theta)}{1 + m^2 - 2\,m\cos\theta}\,\text{sen}\,\varphi + \frac{(1 - m^2)\,\text{sen}^2\theta}{1 + m^2 - 2\,m\cos\theta} = 0$$

dalla quale

$$\text{sen}\,\varphi = -\,\text{sen}\,\theta\ ;\quad \text{sen}\,\varphi = \frac{(m^2 - 1)\,\text{sen}\,\theta}{1 + m^2 - 2\,m\cos\theta} \tag{25}$$

e pel coseno si trova

$$\cos\varphi = \frac{2\,m - (m^2 + 1)\cos\theta}{1 + m^2 - 2\,m\cos\theta} \tag{26}$$

ed ancora

$$\text{tang}\,\varphi = \frac{(m^2 - 1)\,\text{sen}\,\theta}{2\,m - (m^2 + 1)\cos\theta} \tag{27}$$

Le lunghezze dei raggi vettori possono essere espresse in funzione dell'angolo θ: a tal fine si riprenda l'espressione

$$r_1 = \frac{2\,e\,\text{sen}\,\theta}{\text{sen}\,\varphi\cos\theta + \text{sen}\,\theta\cos\varphi}$$

nella quale sostituiti i valori di sen φ, cos φ dati per θ si trova

$$r_1 = \frac{e\,(1 + m^2 - 2\,m\cos\theta)}{m - \cos\theta}$$

ove per $\theta = 0$ si ha

$$r_1 = a - e$$

e per $\theta = \pi$

$$r_1 = a + e.$$

14. Sia la iperbole, e per essa avremo ritenute le solite denominazioni

$$r_1 - r = 2a;\quad r_1 = \frac{2\,e\,\text{sen}\,\theta}{\text{sen}\,(\varphi + \theta)}\ ;\quad r = \frac{2\,e\,\text{sen}\,\varphi}{\text{sen}\,(\varphi + \theta)}$$

e quindi

$$\frac{e\,(\text{sen}\,\theta - \text{sen}\,\varphi)}{\text{sen}\,(\varphi + \theta)} = a \tag{28}$$

la quale può ridursi a forma esplicita. A questo fine si ponga $a = me$, ed avremo

$$\text{sen}\,\theta - \text{sen}\,\varphi = m\,\text{sen}\,\varphi\cos\theta + m\,\text{sen}\,\theta\cos\varphi$$

e quindi

$$\text{sen}\,\theta - \text{sen}\,\varphi\,(1 + m\cos\theta) = m\,\text{sen}\,\theta\cos\varphi$$

che elevata al quadrato ed ordinata per sen φ ci dà

$$\text{sen}^2\varphi - \frac{2\,\text{sen}\,\theta\,(1 + m\cos\theta)}{1 + m^2 + 2\,m\cos\theta}\,\text{sen}\,\varphi + \frac{(1 - m^2)\,\text{sen}^2\theta}{1 + m^2 + 2\,m\cos\theta} = 0$$

e da questa

$$\text{sen}\,\varphi = \frac{(1 - m^2)\,\text{sen}\,\theta}{1 + m^2 + 2\,m\cos\theta} \tag{29}$$

ed ancora

$$\cos\varphi = \frac{2\,m + (1 + m^2)\cos\theta}{1 + m^2 + 2\,m\cos\theta} \tag{30}$$

onde

$$\text{tang}\,\theta = \frac{(1 - m^2)\,\text{sen}\,\theta}{2\,m + (1 + m^2)\cos\theta} \tag{31}$$

le quali sono tutte funzioni esplicite.

15. Sia ora la parabola: per essa partiremo dalla proprietà che qualunque suo punto dista egualmente dal fuoco e dalla direttrice.

Dal triangolo ABM deduciamo (vedi la figura al paragrafo 12)

$$\text{AM} = \frac{p\,\text{sen}\,\varphi}{\text{sen}\,(\varphi + \theta)}, \quad \text{BM} = \frac{p\,\text{sen}\,\theta}{\text{sen}\,(\varphi + \theta)}$$

Dal triangolo rettangolo BNM abbiamo

$$\text{MN} = \text{BM}\cos\varphi = \frac{p\,\text{sen}\,\theta\cos\varphi}{\text{sen}\,(\varphi + \theta)}$$

onde come altrove

$$\text{tang}\,\varphi = \text{sen}\,0.$$

16. Intersecazione di una retta con una qualunque delle curve considerate.

Per la ellisse abbiamo

$$\text{tang}\,\varphi\,\text{tang}\,\theta = \frac{b^2}{a^2}$$

e per la retta

$$\text{tang}\,\lambda\cot\varphi + \text{tang}\,\mu\cot\theta = 1$$

ove λ, μ sono gli angoli che raggi vettori determinati formano coll'asse polare.

Questa equazione della retta può mettersi sotto la seguente forma

$$\text{tang}\,\lambda\,\text{tang}\,\theta + \text{tang}\,\mu\,\text{tang}\,\varphi = \text{tang}\,\varphi\,\text{tang}\,\theta$$

ma le due equazioni della ellisse e della retta dovendo essere coesistenti avremo

$$\text{tang}\,\varphi\,\text{tang}\,\theta = \frac{b^2}{a^2}\ ;\ \text{tang}\,\lambda\,\text{tang}\,\theta + \text{tang}\,\mu\,\text{tang}\,\varphi = \frac{b^2}{a^2} \qquad (1)$$

tra le quali elimineremo φ, ponendo prima per comodo

$$\text{tang}\,\lambda = m\,,\quad \text{tang}\,\mu = n$$

ed avremo

$$m\,\text{tang}\,\theta + \frac{nb^2}{a^2\,\text{tang}\,\theta} = \frac{b^2}{a^2}$$

e quindi

$$\text{tang}\,\theta = \frac{b^2}{2a^2m} \pm \frac{b}{a}\sqrt{\frac{b^2 - 4a^2mn}{4a^2m^2}}.$$

I valori di θ essendo due anche quelli di φ sono due, ed essi sono simultaneamente reali ed immaginarj: dunque la retta taglia l'ellisse in due punti quando è

$$b^2 - 4a^2mn > 0$$

in verun punto lorchè si verifica

$$b^2 - 4a^2mn < 0$$

ed ha un solo punto comune colla ellisse lorchè è

$$b^2 - 4a^2mn = 0 \qquad (2)$$

che è il caso della tangente.

Abbiamo in questo caso

$$\text{tang}\,\theta_1 = \frac{b^2}{2a^2m}\,,\quad \text{e}\quad \text{tang}\,\varphi_1 = 2m$$

e per la (2)

$$\text{tang}\,\theta_1 = 2n$$

quindi

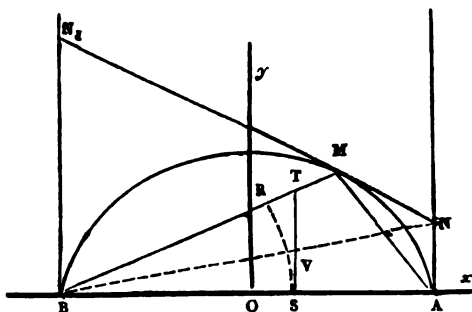
$$m = \text{tang}\,\lambda = \tfrac{1}{2}\,\text{tang}\,\varphi_1\quad ;\quad n = \text{tang}\,\mu = \tfrac{1}{2}\,\text{tang}\,\theta_1 \qquad (3)$$

dalle quali risulta che dato il punto di tangenza si determinano λ, μ e dati questi elementi si assegna il punto θ_1, φ_1 sulla curva.

Dato il punto M sulla curva si guidino i raggi vettori AM, BM i quali formeranno coll'asse polare gli angoli φ_1, θ_1 e se col centro B e raggio BR = 1

si descrive l'arco RS e si conduce la tangente ST, divisa questa per metà nel punto V e guidata la BVN, sarà tang ABN $= \frac{1}{2}$ tang φ_1 ed il punto N apparterrà alla tangente, e così congiunto M con N avremo la richiesta tangente

L'equazione della tangente sarà

$$\frac{1}{2} \operatorname{tang} \varphi_1 \operatorname{tang} \theta + \frac{1}{2} \operatorname{tang} \theta_1 \operatorname{tang} \varphi = \frac{b^2}{a^2}$$

ovvero dividendo per tang φ tang θ il primo membro, e per $\frac{b^2}{a^2}$ il secondo avremo per l'equazione della linea

$$\frac{\operatorname{tang} \varphi_1}{\operatorname{tang} \varphi} + \frac{\operatorname{tang} \theta_1}{\operatorname{tang} \theta} = 2 \qquad (4)$$

Se il punto dato è fuori della ellisse, nelle due equazioni coesistenti

$$\operatorname{tang} \varphi_1 \operatorname{tang} \theta_1 = \frac{b^2}{a^2}, \quad \frac{\operatorname{tang} \varphi_1}{\operatorname{tang} \varphi} + \frac{\operatorname{tang} \theta_1}{\operatorname{tang} \theta} = 2 \qquad (5)$$

le coordinate φ_1, θ_1 sono quelle del punto di tangenza, mentre φ, θ essendo qualunque possiamo supporre che siano quelle del punto dato. Per maggior comodo poniamo

$$\operatorname{tang} \theta = p, \quad \operatorname{tang} \varphi = q,$$

dalla equazione della tangente abbiamo

$$\operatorname{tang} \varphi_1 = \frac{2pq - q \operatorname{tang} \theta_1}{p}$$

che sostituito nella prima delle (5) risulta

$$\operatorname{tang}^2 \theta_1 - 2p \operatorname{tang} \theta_1 + \frac{b^2 p}{a^2 q} = 0$$

da cui

$$\operatorname{tang} \theta_1 = p \pm \sqrt{p\left(p - \frac{b^2}{a^2 q}\right)}$$

che è reale quando ha luogo

$$pq > \frac{b^2}{a^2} \qquad (6)$$

ed allora dal punto dato si possono guidare due tangenti all'ellisse.

La condizione (6) si verifica quando il punto dato è fuori della ellisse. E difatti per un punto qualunque sulla ellisse è

$$\tang \varphi \tang \theta = \frac{b^2}{a^2}:$$

sia ora un punto M_1 posto nell'interno; per esso condotto il raggio vettore BM_1N si unisca A con M_1, N e pel punto N dovrà essere

$$\tang \varphi_1 \tang BAN = \frac{b^2}{a^2}$$

ma evidentemente abbiamo

$$\tang BAN > \tang \theta_1$$

e quindi

$$\tang \varphi_1 \tang BAN > \tang \varphi_1 \tang \theta_1$$

dunque pel punto interno è

$$\tang \varphi_1 \tang \theta_1 < \frac{b^2}{a^2}.$$

Sia il punto M_2 esteriore; congiunto questo punto con A, B si guidi LA e rappresentato per φ_2, θ_2 gli angoli che M_2 A, M_2 B fanno con AB avremo pel punto L

$$\tang \varphi_2 \tang BAL = \frac{b^2}{a^2}$$

ma

$$\tang BAL < \tang \theta_2$$

dunque

$$\tang \varphi_2 \tang BAL < \tang \varphi_2 \tang \theta_2$$

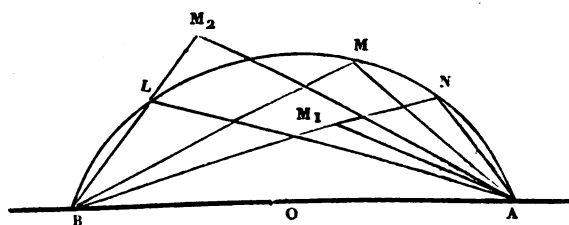
dunque pel punto posto fuori dell'area ellittica abbiamo

$$\tang \varphi_2 \tang \theta_2 > \frac{b^2}{a^2}$$

Da ciò risulta che le tangenti all'ellisse possono guidarsi soltanto da punti posti fuori della sua area.

17. Consideriamo ora la iperbole di equazione

$$\tang \varphi \tang \theta = \frac{b^2}{a^2}$$

nella quale si deve tener conto che gli angoli φ, θ si principiano a contare tutti due dalla medesima parte dell' asse polare: però dovendo confrontare

questa equazione con quella della retta in luogo di θ porremo il suo supplemento θ' pel quale è $\tang\theta = -\tang\theta'$, e così avremo per la iperbole

$$\operatorname{tang}\varphi \operatorname{tang}\theta = -\frac{b^2}{a^2}$$

non tenendo conto dell'accento. È bene qui notare che dalla equazione biangolare dell'ellisse si passa a quella biangolare della iperbole facendo immaginario il semiasse minore, come nel sistema delle coordinate cartesiane.

L'equazione della retta è, ritenute le solite denominazioni

$$m \operatorname{tang}\theta + n \operatorname{tang}\varphi = \operatorname{tang}\theta \operatorname{tang}\varphi,$$

e quando si vuole che coesista con quella della curva essa diventa

$$m \operatorname{tang}\theta + n \operatorname{tang}\varphi = -\frac{b^2}{a^2}$$

e per essere

$$\operatorname{tang}\varphi = -\frac{b^2}{a^2 \operatorname{tang}\theta}$$

avremo

$$a^2 m \operatorname{tang}^2\theta + b^2 \operatorname{tang}\theta - b^2 n = 0$$

dalla quale

$$\operatorname{tang}\theta = -\frac{b^2}{2a^2 m} \pm \frac{b}{2a^2 m}\sqrt{b^2 + 4a^2 mn}$$

da cui risulta che la retta taglia sempre la iperbole in due punti. Se però ha luogo la condizione

$$b^2 + 4amn = 0$$

la retta da secante passa ad essere tangente e per questa abbiamo

$$\operatorname{tang}\theta_1 = -\frac{b^2}{2a^2 m}, \quad \text{e} \quad \operatorname{tang}\varphi_1 = 2m$$

onde date le coordinate biangolari del punto di tangenza, avremo in funzione di queste

$$m = \tfrac{1}{2} \operatorname{tang}\varphi_1 \quad , \quad n = \tfrac{1}{2} \operatorname{tang}\theta_1$$

e perciò per esibire geometricamente la tangente della iperbole, quando è dato il punto sulla curva, ha luogo la medesima costruzione che per la ellisse.

Di fatti sia M il punto dato sulla iperbole dagli angoli φ_1, θ_1: dopo ciò si faccia centro in B e con un raggio eguale all'unità si descriva l'arco RS al quale si condurrà la tangente ST, e questa divisa per metà in V e gui-

data la BV essa incontrerà in N la perpendicolare all'asse polare nel punto A, e sarà

$$\operatorname{tang}\lambda = m = \tfrac{1}{2}\operatorname{tang}\varphi_1$$

onde congiunto N con M resta determinata la tangente. Con ragionamento analogo si assegna il punto N_1.

L'equazione della tangente data in funzione delle coordinate del punto di tangenza è

$$\frac{\operatorname{tang}\theta}{\operatorname{tang}\theta_1} + \frac{\operatorname{tang}\varphi}{\operatorname{tang}\varphi_1} = -2$$

Se il punto dato è fuori della curva due sono le tangenti che da esso possono condursi alla iperbole. Poichè essendo coesistenti le equazioni alla retta ed alla curva, da esse deduciamo la seguente

$$a^2 \operatorname{tang}\varphi \operatorname{tang}^2\theta_1 - 2b^2 \operatorname{tang}\theta_1 - b^2 \operatorname{tang}\theta = 0$$

dalla quale

$$\operatorname{tang}\theta_1 = \frac{b^2 \pm b\sqrt{b^2 + a^2 \operatorname{tang}\varphi \operatorname{tang}\theta}}{a^2 \operatorname{tang}\varphi}$$

che è reale ogni qualvolta sia

$$b^2 + a^2 \operatorname{tang}\varphi \operatorname{tang}\theta > 0$$

giacchè nella iperbole l'angolo θ è sempre ottuso, onde se in luogo di θ si pone il suo supplemento che diremo ω la relazione attuale si muta in

$$b^2 - a^2 \operatorname{tang}\varphi \operatorname{tang}\omega > 0.$$

Ragionando qui come nel caso analogo per la ellisse si riconoscerebbe che la condizione attuale è quella che deve verificarsi perchè il punto sia fuori della iperbole.

18. Supponiamo una parabola di equazione

$$\operatorname{tang}\varphi = \operatorname{sen}\theta$$

e la retta

$$m \cot\varphi + n \cot\theta = 1$$

le quali devono coesistere. Eliminando φ avremo

$$m + n\cos\theta = \text{sen}\,\theta$$

dalla quale quadrando si ricava

$$(n^2 + 1)\cos^2\theta + 2mn\cos\theta + m^2 - 1 = 0$$

che dà

$$\cos\theta = -\frac{mn}{n^2+1} \pm \frac{1}{n^2+1}\sqrt{n^2 - m^2 + 1}$$

ed anchè qui la secante ha due punti comuni colla curva quando sia

$$n^2 - m^2 + 1 > 0.$$

Se poniamo che la retta divenga tangente avremo

$$m^2 = n^2 + 1, \quad \cos\theta_1 = -\frac{mn}{n^2+1} = -\frac{n}{m}$$

dalla quale si deduce

$$\text{sen}\,\theta_1 = \frac{1}{m}$$

e perciò dalla combinazione di questi due ultimi risultati si ha

$$n = -\cot\theta_1, \quad m = \cot\varphi_1$$

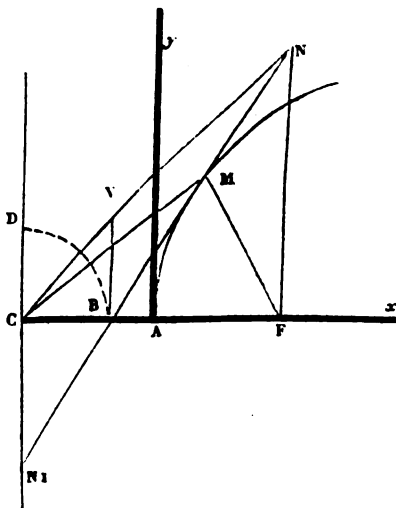
e quindi

$$\text{tang}\,\mu = \cot\theta_1 = \text{tang}\left(\frac{\pi}{2} + \theta_1\right)$$

$$\text{tang}\,\lambda = \cot\varphi_1 = \text{tang}\left(\frac{\pi}{2} - \varphi_1\right)$$

le quali ci danno il mezzo facile per condurre la tangente quando sono date le coordinate del punto di tangenza: di fatti se si fa centro in C e col raggio uno si descrive il quadrante BD e su di esso si prende l'arco $\frac{\pi}{2} - \varphi_1$ e si guida la tangente BV e la retta CV determina sulla FN il punto N che congiunto con M dà la tangente alla parabola. Se il punto N_1 nel quale la tangente incontra la direttrice si congiunge col fuoco, questa congiungente risulta normale al raggio vettore, il che è evidente per la formola

$$\text{tang}\,\mu = \text{tang}\left(\frac{\pi}{2} + \theta_1\right).$$

L'equazione della tangente è

$$\cot \varphi_1 \cot \varphi - \cot \theta_1 \cot \theta = 1$$

che è data in funzione delle coordinate del punto di tangenza.

Se il punto dato è fuori della parabola saranno coesistenti le due

$$\cot \varphi_1 \cot \varphi - \cot \theta_1 \cot \theta = 1, \quad \text{tang}\, \varphi_1 = \text{sen}\, \theta_1$$

ove φ, θ sono le coordinate del punto dato fuori della parabola.

Da queste equazioni, se poniamo per maggior comodo

$$p = \cot \varphi, \quad q = \cot \theta$$

abbiamo

$$p - \text{sen}\, \theta_1 = q \cos \theta_1,$$

la quale quadrata ci dà

$$\text{sen}^2\, \theta_1 (1 + q^2) - 2p\, \text{sen}\, \theta_1 + p^2 - q^2 = 0$$

e quindi

$$\text{sen}\, \theta_1 = \text{tang}\, \varphi_1 = \frac{p \pm q\sqrt{1 + q^2 - p^2}}{1 + q^2}$$

onde due sono le tangenti che da un dato punto si possono guidare alla parabola, e sono reali quando è soddisfatta la condizione

$$p^2 > 1 + q^2$$

la quale si riduce a

$$\text{tang}\, \varphi > \text{sen}\, \theta$$

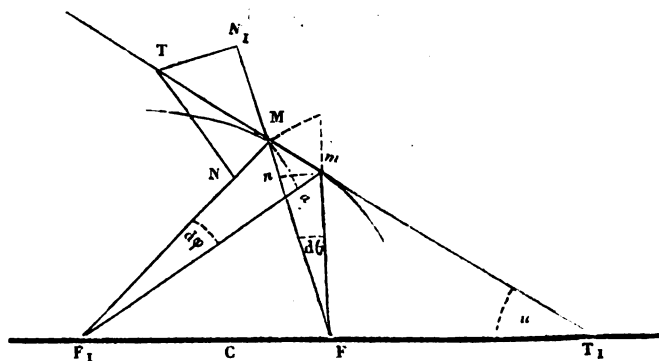
e questa vale per tutti quei punti che sono posti fuori dell'area parabolica, il che si prova come si è fatto per le altre curve.

19. La determinazione della tangente nelle linee del second'ordine può farsi dipendere ancora da quanto siegue.

Si riprenda l'equazione biangolare § 13

$$\text{tang}\, \varphi = \frac{p\, \text{sen}\, \theta}{q - \cos \theta} \qquad (1)$$

per la quale i fuochi sono i poli, e

$$p = \frac{m^2 - 1}{m^2 + 1}, \quad q = \frac{2m}{m^2 + 1}.$$

Si consideri il punto M e s'intendano guidati i due raggi vettori FM, F'M, preso quindi un punto m infinitamente prossimo, di questo sieno Fm, F'm i corrispondenti raggi vettori.

Ritenute le solite denominazioni, coi centri F, F′ s'intendano descritti gli archi Ma, Mb, e per questi avremo

$$\mathrm{M}a = r_1 \, d\varphi \,, \quad \mathrm{M}b = r \, d\theta$$

e perciò

$$ma = d r_1 \,, \quad mb = d r$$

essendo il primo in aumento del raggio vettore e l'altro in diminuzione, o viceversa.

Ora dal triangolo FMF′ abbiamo

$$r_1 = \frac{2e \operatorname{sen} \theta}{\operatorname{sen}(\varphi + \theta)} \,, \quad r = \frac{2e \operatorname{sen} \varphi}{\operatorname{sen}(\varphi + \theta)} \qquad (2)$$

dalle quali differenziando deduciamo

$$\left.\begin{aligned} d r_1 &= 2e \left[\frac{d\theta \operatorname{sen} \varphi - d\varphi (\operatorname{sen} \theta \cos \varphi \cos \theta - \operatorname{sen}^2 \theta \operatorname{sen} \varphi)}{\operatorname{sen}^2 (\varphi + \theta)} \right] \\ d r &= 2e \left[\frac{d\varphi \operatorname{sen} \theta - d\theta (\operatorname{sen} \varphi \cos \varphi \cos \theta - \operatorname{sen}^2 \varphi \operatorname{sen} \theta)}{\operatorname{sen}^2 (\varphi + \theta)} \right] \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

Si prolunghi il latercolo Mm onde abbiasi la tangente MT e da un punto qualunque di essa si calino sulle direzioni dei raggi vettori le perpendicolari TN, TN_1 avremo i triangoli simili MTN, Mam; MTN_1, Mbm dai quali

$$\mathrm{MN} : \mathrm{MT} = am : \mathrm{M}m \;\; ; \;\; \mathrm{MN}_1 : \mathrm{MT} = mb : \mathrm{M}m$$

e quindi

$$\mathrm{MN} : \mathrm{MN}_1 = ma : mb$$

e perciò

$$\frac{\mathrm{MN}}{\mathrm{MN}_1} = \frac{d r_1}{d r} \qquad (4)$$

e questo rapporto ci definisce la direzione della tangente rispetto i raggi vettori. Ma per le (3) avremo

$$\frac{d r_1}{d r} = \frac{d\theta \operatorname{sen} \varphi - d\varphi (\operatorname{sen} \theta \cos \varphi \cos \theta - \operatorname{sen}^2 \theta \operatorname{sen} \varphi)}{d\varphi \operatorname{sen} \theta - d\theta (\operatorname{sen} \varphi \cos \varphi \cos \theta - \operatorname{sen}^2 \varphi \operatorname{sen} \theta)} \qquad (5)$$

e sostituendo in questa i valori di $d\varphi$, $\operatorname{sen} \varphi$, $\cos \varphi$ in funzione della variabile indipendente θ dedotti dalla (1), otterremo la direzione della tangente nel punto qualunque M della ellisse rispetto i corrispondenti raggi vettori.

Ora dalla (1) deduciamo facilmente

$$\operatorname{sen} \varphi = \frac{p \operatorname{sen} \theta}{1 - q \cos \theta} \,, \quad \cos \varphi = \frac{q - \cos \theta}{1 - q \cos \theta}$$

e quindi

$$\varphi = \text{Arc. tang}\left(= \frac{p \operatorname{sen} \theta}{q - \cos \theta}\right)$$

che differenziata dà

$$d\varphi = \frac{p(q \cos \theta - 1)\, d\theta}{q^2 - 2q \cos \theta + \cos^2 \theta + p^2 \operatorname{sen}^2 \theta}$$

se però osserviamo che tra p, q esiste la relazione

$$p^2 + q^2 = 1$$

avremo ancora

$$d\varphi = \frac{p(q \cos \theta - 1)\, d\theta}{q^2 - 2q \cos \theta + (p^2 + q^2) \cos^2 \theta + p^2 \operatorname{sen}^2 \theta}$$

ovvero

$$d\varphi = \frac{p(q \cos \theta - 1)\, d\theta}{p^2 + q^2 - 2q \cos \theta + q^2 \cos^2 \theta} = -\frac{p\, d\theta}{1 - q \cos \theta}$$

Sostituendo questi valori nel numeratore e denominatore della (5) risulta

$$d\theta \operatorname{sen} \varphi - d\varphi (\operatorname{sen} \theta \cos \varphi \cos \theta - \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen}^2 \theta) = -\frac{p(p-1)\, d\theta \operatorname{sen}^2 \theta}{(1 - q \cos \theta)^2}$$

$$d\varphi \operatorname{sen} \theta - d\theta (\operatorname{sen} \varphi \cos \varphi \cos \theta - \operatorname{sen} \theta \operatorname{sen}^2 \varphi) = \frac{p(p-1)\, d\theta \operatorname{sen}^2 \theta}{1 - q \cos \theta)^2}$$

e quindi la (5) e la (4) danno

$$\frac{MN}{MN_1} = \frac{dr_1}{dr} = -1$$

Questo risultato si ottiene immediatamente dalla equazione bipolare della ellisse

$$r + r_1 = 2a$$

perchè differenziando è

$$dr + dr_1 = 0, \qquad e \qquad \frac{dr_1}{dr} = -1$$

Se sopra i raggi vettori si prendono le lunghezze eguali MN, MN_1 l'una su di un raggio vettore, e l'altra sul prolungamento dell'altro, e nei punti N, N_1 s'innalzano le perpendicolari, il punto T nel quale s'incontrano appartiene alla tangente al punto M, e perciò congiunto M con T si ha la tangente.

20. Può assegnarsi una espressione molto semplice della inclinazione della tangente rispetto uno dei raggi vettori in funzione della variabile θ.

Se si consideri di fatti il raggio vettore Fm, e si ponga Fm T$=\beta$, è noto che essendo infinitesimo tanto $d\varphi$, quanto $d\theta$ sarà nel limite

$$\tang \beta = \frac{mn}{\mathrm{M}n} = \frac{r\,\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}r}.$$

Ora avendosi

$$r = \frac{2e \operatorname{sen}\varphi}{\operatorname{sen}(\varphi + \theta)}$$

sarà

$$\log r = \log 2e + \log \operatorname{sen}\varphi - \log \operatorname{sen}(\varphi + \theta)$$

e differenziando troviamo facilmente

$$\frac{\mathrm{d}r}{r} = \frac{\mathrm{d}\varphi \operatorname{sen}\theta - \mathrm{d}\theta \operatorname{sen}\varphi \cos(\varphi + \theta)}{\operatorname{sen}\varphi \operatorname{sen}(\varphi + \theta)}$$

nella quale eseguiti gli sviluppi delle funzioni circolari e sostituiti i valori della variabile funzione φ dati per θ avremo

$$\frac{\mathrm{d}r}{r\,\mathrm{d}\theta} = -\left[\frac{1 - q\cos\theta + \cos\theta\,(q - \cos\theta) - p\operatorname{sen}^2\theta}{p\operatorname{sen}\theta\cos\theta - \operatorname{sen}\theta\,(q - \cos\theta)}\right]$$

che si muta in

$$\frac{\mathrm{d}r}{r\,\mathrm{d}\theta} = -\frac{(1-p)\operatorname{sen}\theta}{(p-1)\cos\theta - q}$$

ed in fine

$$\tang \beta = \frac{r\,\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}r} = \frac{q + (1-p)\cos\theta}{(1-p)\operatorname{sen}\theta}.$$

Se qui poniamo

$$\theta = 0, \quad \theta = \pi$$

troviamo in ambedue le ipotesi

$$\tang \beta = \infty$$

onde la tangente ai vertici è perpendicolare all'asse polare: se poi vogliamo la tangente alla estremità dell'asse minore essendo allora

$$\operatorname{sen}\theta = \frac{b}{a}, \quad \cos\theta = \frac{e}{a}$$

otterremo

$$\tang \beta = \frac{aq + e\,(1-p)}{b\,(1-p)}$$

ove sostituiti i valori di p, q e dato luogo a semplici riduzioni risulta

$$\tang \beta = \frac{b}{e};$$

dunque la tangente è parallela all'asse polare: finalmente pel fuoco è $\theta=\frac{\pi}{2}$ e percio

$$\operatorname{tang}\beta=\frac{q}{1-p}=\frac{a}{e}$$

Se si rappresenta per u la inclinazione della tangente rispetto l'asse polare è chiaro che si ha

$$\operatorname{tang} u=\frac{\operatorname{tang}\theta-\operatorname{tang}\beta}{1+\operatorname{tang}\beta\operatorname{tang}\theta}$$

ove sostituito il valore di $\operatorname{tang}\beta$ risulta

$$\operatorname{tang} u=\frac{a-e\cos\theta}{a\operatorname{sen}\theta}.$$

21. Per assegnare la direzione della tangente la iperbole non avremo da fare altro che ripetere il medesimo ragionamento fatto per la ellisse, e cosi si trova

$$\frac{\mathrm{d}r_1}{\mathrm{d}r}=1.$$

Se nella iperbole si riprende l'equazione

$$\operatorname{tang}\varphi=\frac{p\operatorname{sen}\theta}{q+\cos\theta}$$

e qui si pone per θ il suo supplemento, notandolo col medesimo simbolo, avremo

$$\operatorname{tang}\varphi=\frac{p\operatorname{sen}\theta}{q-\cos\theta},$$

ed essendo in questa ipotesi

$$r=\frac{2e\operatorname{sen}\varphi}{\operatorname{sen}(\theta-\varphi)}$$

troveremo

$$r=\frac{2e\operatorname{tang}\varphi}{\operatorname{sen}\theta-\cos\theta\operatorname{tang}\varphi}$$

la quale dovendo coesistere colla equazione della linea ci dà

$$r=\frac{2ep}{q-(1+p)\cos\theta}$$

Se qui poniamo i valori di p, q spettanti alla iperbole troviamo

$$r = \frac{e^2 - a^2}{a - e \cos \theta}$$

Nella ipotesi che φ, θ appartengano al punto M della iperbole si consideri il punto m infinitamente prossimo ed allora avremo nel triangolo differenziale Mmn i cateti $\mathrm{d}r$, $r\,\mathrm{d}\theta$, e per l'angolo β che la tangente nel punto M fa col raggio vettore r, avremo

$$\operatorname{tang} \beta = \frac{r\,\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}r}$$

Per ottenere quest'angolo in funzione esplicita di θ prenderemo il logaritmo neperiano di r, e quindi differenziando otterremo

$$\frac{r\,\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}r} = \frac{a - e \cos \theta}{e \operatorname{sen} \theta}$$

avvertendo che $\mathrm{d}\theta$ è essenzialmente negativo perchè l'angolo θ continuamente decresce, dunque

$$\operatorname{tang} \beta = \frac{a - e \cos \theta}{e \operatorname{sen} \theta}$$

pel valore che definisce l'angolo fatto dalla tangente col raggio vettore.

Noto quest' angolo β può determinarsi quello che la direzione della tangente forma coll'asse polare che rappresenteremo per u e sarà

$$\operatorname{tang} u = \frac{\operatorname{tang} \theta - \operatorname{tang} \beta}{1 + \operatorname{tang} \theta \operatorname{tang} \beta}$$

e quindi sostituito il valore di tang β è

$$\operatorname{tang} u = \frac{e - a \cos \theta}{a \operatorname{sen} \theta}.$$

Dal valore di tang β deduciamo

$$\frac{\operatorname{sen} \beta}{a - e \cos \theta} = \frac{\cos \beta}{e \operatorname{sen} \theta} = \frac{1}{\sqrt{a^2 + e^2 - 2ae \cos \theta}}$$

da quello di tang u si ha pure

$$\frac{\operatorname{sen} u}{e - a \cos \theta} = \frac{\cos u}{a \operatorname{sen} \theta} = \frac{1}{\sqrt{a^2 + e^2 - 2ae \cos \theta}}$$

e dal triangolo T_1MF, posto $T_1F = \Delta$, si ha

$$\Delta : r = \operatorname{sen} \beta : \operatorname{sen} u = (a - e \cos \theta) : (e - a \cos \theta)$$

$$\Delta = \frac{r\,(a - e \cos \theta)}{e - a \cos \theta}$$

ove sostituito il valore di r è

$$\Delta = \frac{e^2 - a^2}{e - a \cos \theta}.$$

Si aggiunga e si tolga al numeratore la quantità $a^2 \cos^2 \theta$ troveremo

$$\Delta = e - a \left(\frac{a - e \cos \theta}{e - a \cos \theta} \right).$$

Risulta di qui che per quanto diminuisca l'angolo θ la direzione della tangente mai può passare pel centro della iperbole, e questo avviene soltanto quando sia

$$a - e \cos \theta = 0, \quad \text{da cui} \quad \cos \theta = \frac{a}{e}$$

ma per questo valore abbiamo

$$\operatorname{tang} \beta = 0$$

ne siegue che la tangente è parallela al raggio vettore, e per questo si ha

$$r = \infty$$

Dunque se pel centro della iperbole si guida una retta che formi coll'asse polare un angolo la cui tangente trigonometrica sia $\frac{b}{a}$, essa incontra la curva ad una distanza infinita e perciò n'è l'assintoto.

Sia una parabola di equazione biangolare

$$\operatorname{tang} \varphi = \operatorname{sen} \theta \qquad (1)$$

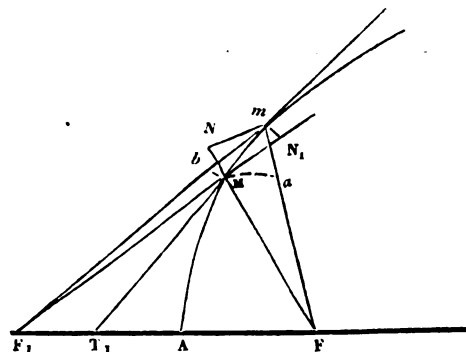
conservando le medesime denominazioni avremo pei raggi vettori

$$r_1 = \frac{p \operatorname{sen} \theta}{\operatorname{sen} (\varphi + \theta)}, \qquad r = \frac{p \operatorname{sen} \varphi}{\operatorname{sen} (\varphi + \theta)}$$

dalle quali

$$\left.\begin{aligned} d r_1 &= p \left[\frac{d \theta \operatorname{sen} \varphi - d \varphi \operatorname{sen} \theta (\cos \varphi \cos \theta - \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} \theta)}{\operatorname{sen}^2 (\varphi + \theta)} \right] \\ d r &= p \left[\frac{d \varphi \operatorname{sen} \theta - d \theta \operatorname{sen} \varphi (\cos \varphi \cos \theta - \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} \theta)}{\operatorname{sen}^2 (\varphi + \theta)} \right] \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

essendo

$$\frac{\operatorname{sen}\varphi}{\operatorname{sen}\theta} = \frac{\cos\varphi}{1} = \frac{1}{\sqrt{1+\operatorname{sen}^2\theta}}\,, \quad \varphi = \operatorname{Arctang}(= \operatorname{sen}\theta)$$

si avrà ancora

$$d\varphi = \frac{d\theta\cos\theta}{1+\operatorname{sen}^2\theta}.$$

Sostituendo questi valori nelle (2) otterremo

$$d r_1 = \frac{p}{\operatorname{sen}^2(\varphi+\theta)}\cdot\frac{3\,d\theta\operatorname{sen}^3\theta}{(1+\operatorname{sen}^2\theta)^{\frac{3}{2}}}$$

$$d r = \frac{p}{\operatorname{sen}^2(\varphi+\theta)}\cdot\frac{d\theta\operatorname{sen}^3\theta}{1+\operatorname{sen}^2\theta}$$

e quindi

$$\frac{d r_1}{d r} = \frac{3}{\sqrt{1+\operatorname{sen}^2\theta}}$$

e per la (1) sarà pure

$$\frac{d r_1}{d r} = 3\cos\varphi \qquad (3)$$

Se sulla direzione della tangente si prende un punto T, e da questo si calano le perpendicolari mN, $m\mathrm{N}_1$ sopra i raggi vettori si hanno, come nelle ellisse, due coppie di triangoli simili dai quali

$$\mathrm{MN} : \mathrm{M}m = d r : d s$$

$$\mathrm{MN}_1 : \mathrm{M}m = d r_1 : d s$$

e quindi

$$\frac{\mathrm{MN}}{\mathrm{MN}_1} = \frac{d r}{d r_1} = \frac{1}{3\cos\varphi}$$

ed in fine

$$\mathrm{MN}_1 = 3\,\mathrm{MN}\cos\varphi$$

e se prendiamo

$$\mathrm{MN} = 1, \quad \text{sarà} \quad \mathrm{MN}_1 = 3\cos\varphi \qquad (4)$$

Di qui risulta una facile costruzione per assegnare la direzione della tangente.

Sul raggio vettore FM si prenda MN $= 1$ e questa si porti sulla direzione del prolungamento di $\mathrm{F}_1\mathrm{M}$ e si projetti su di una retta che immagineremo parallela all'asse polare FF_1 e questa projezione è $\cos\varphi$, la quale ripetuta tre volte e riportata sul prolungamento di $\mathrm{F}_1\mathrm{M}$ a partire da M si ottiene il punto N_1

dal quale elevata la perpendicolare col suo incontro coll'altra elevata in N determina il punto m, e quindi la direzione della tangente.

Per avere ora l'angolo che la direzione della tangente forma coll'asse polare si consideri il triangolo $F_1 T_1 m$, e perchè l'angolo φ ha avuto un incremento infinitesimo, così sarà

$$u = \varphi + \beta$$

ove

$$\text{angolo } FT_1 m = u, \qquad \text{angolo } T_1 m F_1 = \beta$$

ma pel triangolo infinitamente piccolo Mmb è

$$\operatorname{tang}\beta = \frac{r_1 \, d\varphi}{d r_1} \qquad (5)$$

e cosi avremo

$$\operatorname{tang} u = \frac{\operatorname{tang}\varphi + \dfrac{r_1 \, d\varphi}{d r_1}}{1 - \operatorname{tang}\varphi \times \dfrac{r_1 \, d\varphi}{d r_1}} \qquad (6)$$

Per dare quest'angolo in funzione della sola variabile θ riprendiamo

$$r_1 = p \frac{(1 + \operatorname{sen}^2\theta)^{\frac{1}{2}}}{1 + \cos\theta}$$

della quale preso il logaritmo Neperiano

$$\log r_1 = \log p + \tfrac{1}{2} \log(1 + \operatorname{sen}^2\theta) - \log(1 + \cos\theta)$$

si differenzi, e si riduca, e cosi risulterà

$$\frac{d r_1}{r_1} = \frac{d\theta \operatorname{sen}\theta \, (2 + \cos\theta)}{(1 + \cos\theta)(1 + \operatorname{sen}^2\theta)}$$

e quindi

$$\frac{r_1 \, d\varphi}{d r_1} = \frac{\cos\theta \, (1 + \cos\theta)}{\operatorname{sen}\theta \, (2 + \cos\theta)},$$

che sostituito nella (6) insieme al valore di $\operatorname{tang}\varphi$ dato in θ otteniamo

$$\operatorname{tang} u = \frac{1 + \cos\theta}{\operatorname{sen}\theta} = \cot\frac{\theta}{2} \qquad (7)$$

Dalla quale apprendiamo che per $\theta = 0$ è $\operatorname{tang} u = \infty$, onde al vertice della parabola la tangente è perpendicolare all'asse polare, e pel punto corrispondente al fuoco essendo $\theta = \frac{\pi}{2}$ risulta

$$\operatorname{tang} u = 1.$$

E perchè dalla (7) si ha

$$u = \frac{\pi}{2} - \frac{\theta}{2}$$

conosciamo cosi che tenendo la θ ed avvicinarsi a π come a suo limite la u va continuamente diminuendo, cioè la tangente tende a diventar parallela all'asse polare.

22. Area della ellisse data in funzione delle coordinate biangolari.

La formola generale

$$A = \tfrac{1}{2}\int r^2 \, d\theta + C \qquad (1)$$

esige che il valore di r nei casi particolari venga dato in funzione di θ. A questo fine dal §. 13 abbiamo

$$r = \frac{2e \operatorname{sen} \varphi}{\operatorname{sen} (\varphi + \theta)}$$

che messo sotto la forma

$$r = \frac{2e \operatorname{tang} \varphi}{\cos \theta \operatorname{tang} \varphi + \operatorname{sen} \theta}$$

e sostituito il valore di tang φ dato dalla (27) ne risulta dopo semplici riduzioni

$$r = \frac{e\,(m^2 - 1)}{m - \cos \theta} \qquad (2)$$

e cosi la (1) diventa

$$A = \frac{e^2 (m^2 - 1)}{2} \int \frac{d\theta}{(m - \cos \theta)^2} + C$$

nella quale sostituito il valore di $m = \frac{a}{e}$ otteniamo

$$A = \frac{b^4}{2a^2} \int \frac{d\theta}{(1 - c \cos \theta)^2} + C \qquad (3)$$

essendo $c = \frac{e}{a}$.

Per eseguire la integrazione si ponga

$$\int \frac{d\theta}{(1 - c \cos \theta)^2} = \int \frac{(\cos^2 \theta + \operatorname{sen}^2 \theta)\, d\theta}{(1 - c \cos \theta)^2} \qquad (4)$$

Ora essendo

$$\cos^2 \theta = \frac{1}{c^2} \left[1 - (1 - c \cos \theta)\right]^2$$

ovvero

$$\cos^2\theta = \frac{1}{c^2}\left[1 - 2(1 - c\cos\theta) + (1 - c\cos\theta)^2\right]$$

il primo termine della (4) diverrà

$$\int\frac{d\theta\cos^2\theta}{(1-c\cos\theta)^2} = \frac{1}{c^2}\int\frac{d\theta}{(1-c\cos\theta)^2} - \frac{2}{c^2}\int\frac{d\theta}{1-c\cos\theta} + \frac{1}{c^2}\int d\theta:$$

ed integrando per parti il secondo termine della (4) abbiamo

$$\int\frac{d\theta\,\text{sen}^2\theta}{(1-c\cos\theta)^2} = -\frac{1}{c}\cdot\frac{\text{sen}\,\theta}{1-c\cos\theta} + \frac{1}{c}\int\frac{d\theta\cos\theta}{1-c\cos\theta}$$

che può trasformarsi nel seguente

$$\int\frac{d\theta\,\text{sen}^2\theta}{(1-c\cos\theta)^2} = -\frac{1}{c^2}\cdot\frac{c\,\text{sen}\,\theta}{1-c\cos\theta} + \frac{1}{c^2}\int\frac{d\theta}{1-c\cos\theta} - \frac{1}{c^2}\int d\theta$$

Sostituendo nella (4) troviamo con facilità

$$\int\frac{d\theta}{(1-c\cos\theta)^2} = \frac{1}{1-c^2}\cdot\frac{c\,\text{sen}\,\theta}{1-c\cos\theta} + \frac{1}{1-c^2}\int\frac{d\theta}{1-c\cos\theta}.$$

La integrazione del termine ultimo di questa espressione non presenta difficoltà veruna perchè fatto

$$\text{tang}\,\frac{\varphi}{2} = z$$

si ottiene

$$\cos\theta = \frac{1-z^2}{1+z^2}, \qquad d\theta = \frac{2\,dz}{1+z^2}$$

e così sostituendo ed integrando troviamo

$$\int\frac{d\theta}{1-c\cos\theta} = \frac{2}{\sqrt{1-c^2}}\,\text{Arc. tang}\left(=\sqrt{\frac{1+c}{1-c}}\,\text{tang}\,\frac{\varphi}{2}\right)$$

che sostituito nell'antecedente otteniamo

$$\int\frac{d\theta}{(1-c\cos\theta)^2} = \frac{1}{1-c^2}\left[\frac{c\,\text{sen}\,\theta}{1-c\cos\theta} + \frac{2}{\sqrt{1-c^2}}\,\text{Arc. tang}\left(=\sqrt{\frac{1+c}{1-c}}\,\text{tang}\,\frac{\varphi}{2}\right)\right] + C$$

e così per l'espressione generale dell'area si ha

$$A = \frac{b^4}{2a^2}\cdot\frac{1}{1-c^2}\left[\frac{c\,\text{sen}\,\theta}{1-c\cos\theta} + \frac{2}{\sqrt{1-c^2}}\,\text{Arc. tang}\left(=\sqrt{\frac{1+c}{1-c}}\,\text{tang}\,\frac{\varphi}{2}\right)\right] \qquad (5)$$

ove non si aggiunge costante perchè a $\theta = 0$ corrispondendo $A = 0$ risulta $C = 0$.

Se si vuole l'area della semi-ellisse dovremo porre $\theta = \pi$, e troveremo

$$A = \frac{b^2}{2a^2} \times \frac{1}{1-c^2} \times \frac{2}{\sqrt{1-c^2}} \times \frac{\pi}{2}$$

ove sostituito il valore di c in funzione dei semi-assi si trova la nota espressione

$$A = \tfrac{1}{2} . \pi a b.$$

Il calcolo per la determinazione della formola che dà l'area dell'ellisse è più semplice quando si faccia uso dell'equazione biangolare

$$\text{tang}\, \varphi = \frac{b^2}{a^2} \cot \theta$$

perchè essendo allora

$$r = \frac{2a \,\text{sen}\, \varphi}{\text{sen}\,(\varphi + \theta)} = \frac{2ab^2 \cos\theta}{a^2 \,\text{sen}^2 \theta + b^2 \cos^2 \theta}$$

per l'area si ha

$$A = 2a^2 b^4 \int \frac{d\theta \cos^2\theta}{(a^2 \,\text{sen}^2 \theta + b^2 \cos^2\theta)^2} + C$$

la quale può trasformarsi nella seguente

$$A = 2a^2 b^4 \int \frac{d.\,\text{tang}\,\theta}{(b^2 + a^2 \,\text{tang}^2 \theta)^2} + C \qquad (6)$$

Si ponga dopo ciò

$$a \,\text{tang}\, \theta = bu$$

la (6) diverrà

$$A = 2ab \int \frac{du}{(1+u^2)^2} + C$$

ed essendo

$$\int \frac{du}{(1+u^2)^2} = \int \frac{du}{1+u^2} - \int \frac{u^2 du}{1+u^2}$$

ed integrato per parte l'ultimo termine abbiamo facilmente

$$A = ab \left(\frac{u}{1+u^2} + \text{Artang}\,(=u) \right) + C$$

ove sostituito il valore di u dato in θ è

$$A = ab \left[\frac{ab \,\text{tang}\,\theta}{b^2 + a^2 \,\text{tang}^2 \theta} + \text{Artang}\left(= \frac{b}{a} \,\text{tang}\,\theta \right) \right] + C$$

nella quale $C=0$, perchè poniamo che a $\theta=0$, corrisponda $A=0$: e se si vuole l'area della semi-ellisse qui conviene porre $\theta=\frac{\pi}{2}$ e ne risulta la nota espressione.

23. Area della parabola in coordinate biangolari.

Per questa linea abbiamo

$$r=\frac{p \operatorname{sen} \varphi}{\operatorname{sen}(\varphi+\theta)}=\frac{p \operatorname{tang} \varphi}{\cos \theta \operatorname{tang} \varphi+\operatorname{sen} \theta}$$

e per l'equazione della parabola diventa

$$r=\frac{p}{1+\cos \theta},$$

e la formola dell'area si muta in

$$A=\frac{p^2}{2} \int \frac{d \theta}{(1+\cos \theta)^2}=\frac{p^2}{8} \int \frac{d \theta}{\cos^4 \frac{1}{2} \theta}.$$

Fatto per comodo

$$\theta=2 \omega, \quad d \theta=2 d \omega$$

sarà

$$A=\frac{p^2}{4} \int \frac{d \omega}{\cos^4 \omega}$$

che integrata per parti coll'avvertenza che a $\theta=0$ corrisponde $A=0$, avremo

$$A=\frac{p^2}{6}\left(\frac{2+\cos \theta}{1+\cos \theta}\right) \operatorname{tang} \frac{1}{2} \theta.$$

Questa espressione si annulla insieme con θ, e quando è $\theta=\frac{\pi}{2}$ diventa

$$A=\frac{p^2}{3}=\frac{2}{3} \cdot p \cdot \frac{p}{2}$$

onde l'area è $\frac{2}{3}$ del rettangolo circoscritto corrispondente al fuoco della parabola.

RIASSUNTO DELLE PROTUBERANZE SOLARI OSSERVATE AL COLLEGIO ROMANO DAL 23 APRILE 1871 AL 28 GIUGNO 1875.

NOTA

DEL P. ANGELO SECCHI

In molti numeri delle memorie spettroscopiche siamo venuti dando i risultati parziali della distribuzione delle protuberanze solari sull'orlo del disco: per commodo de' lettori abbiamo creduto bene di riassumere tutti questi quadri in una serie unica che diamo qui appresso, dall'ispezione della quale risultano a colpo d'occhio molte importanti conseguenze.

La 1ª è che il numero delle protuberanze è andato successivamente scemandò dal principio al fine di qnesta serie, salve piccole recrudescenze.

2.° Avendo calcolata l'area o superficie delle macchie pel medesimo periodo, si vede che l'andamento delle protuberanze segue in generale quello delle macchie, e che il minimo delle une segue quello delle altre. Però nelle macchie vi sono delle recrudescenze più salienti che non si vedono nelle protuberanze, ma ciò si capisce dover accadere solo perchè le macchie si notano tutti i giorni che restano visibili, mentre che le protuberanze restando visibili uno o due giorni al più non possono seguire la stessa legge fuorchè in generale. Perciò bisognerà sceverare in una nuova riduzione le macchie che sono ripetutamente osservate e allora il parallelismo sarà anche più esatto. (V. le cnrve della Tav. 1ª).

3.° Per le eruzioni metalliche esse sono mancate al mancare delle macchie, e le poche macchie vedute nelle ultime date sono state sempre accompagnate da eruzioncelle ben distinte. Così questo periodo di calma ha verificato quanto erasi già scoperto in quello di attività.

4.° La distribuzione delle protuberanze è assai diversa al principio e al fine del periodo. Al principio si hanno due massimi ben distinti all'emisfero Nord e due al Sud separati da minimi, uno all'Equatore, e due a latitudini eliografiche di 40 in 50° : col progredire del periodo il 2° massimo presso i poli è svanito, e sono restati solo i massimi prossimi all'equatore nelle *zone reali*, benchè però la cromosfera seguiti ancora ad esser alta al polo, e non

vi faccia difetto qualche piccola protuberanza. Anche senza costruire le figure parziali, questi massimi risultano dal solo guardare i gruppi delle cifre.

5.° L'altezza e la larghezza media delle protuberanze anche esse molto diminuite, ma il risultato è meno appariscente che nel numero.

Separando però quelle di altezza superiore a 60″, la diminuzione di altezza è notabilissima.

6.° Le facole sono sparite ai poli, e quelle corone eccentriche di facole ai poli che ivi si aveano non si trovano più. Tal fatto è molto importante per la teoria delle facole medesime.

Per ora basti avere accennato questi risultati che sono assai imponenti e devono animarci ad osservare con impegno la seconda parte del periodo decennale per riconoscere per quali fasi torna ad animarsi l'attività dell'astro. Da un lungo lavoro del P. Ferrari sul sincronismo delle perturbazioni magnetiche e delle eruzioni, di cui daremo conto quanto prima risulta pure che le perturbazioni magnetiche sono state assai scarse in questi ultimi tempi come poteva aspettarsi dal difetto delle macchie.

NUMERO PROGRESSIVO DELLE ROTAZIONI	DATA DEL PRINCIPIO DELLA ROTAZIONE	PROTUBERANZE				MACCHIE			
		SOMMA DELLE PROTUBERANZE NELL'EMISFERO		NUMERO DEI GIORNI D'OSSERVAZIONE	NUM. TOTALE DIVISO PER IL NUMERO DEI GIORNI	NUMERO DEI GRUPPI	ESTENSIONE DELLA SUPERFICIE DELLE MACCHIE	GIORNI DI OSSERVAZIONE DELLE MACCHIE	ESTENSIONE DIVISA PEL NUMERO DEI GIORNI
		NORD	SUD						*mm* quadr.
I	23 aprile 1871	156	200	25	14,24	27	4237	26	162,9
II	22 maggio	188	199	24	16.12	29	2080	26	80,0
III	19 giugno	187	199	26	14,85	23	1727	26	66,4
IV	16 luglio	222	220	28	15.78	19	2546	28	90,9
V	13 agosto	174	200	25	14.95	22	3042	25	121,6
VI	10 settembre	123	140	18	14,61	20	1262	27	56,7
VII	8 ottobre	92	108	14	14,28	22	1342	18	74,5
VIII	5 novembre	50	60	8	13,75	30	1021	17	60,0
IX	5 dicembre	116	133	16	15,56	17	1079	18	63,4
X	1° gennaio 1872	80	116	14	14,00	25	980	19	51,6
XI	27 gennaio	109	123	17	13,65	27	2121	23	92,2
XII	25 febbraio	107	109	14	15,43	20	1338	19	70,5
XIII	24 marzo	76	81	13	12,07	28	1699	20	84,9
XIV	23 aprile	110	109	18	12,16	20	2358	24	98,2
XV	21 maggio	115	114	20	11,45	21	2762	27	102,3
XVI	18 giugno	145	146	26	11.19	31	2648	27	98,0
XVII	16 luglio	161	194	28	12,68	26	2095	28	74,8
XVIII	13 agosto	140	147	25	11,48	28	877	26	33,7
XIX	9 settembre	68	88	15	10,40	19	1576	22	71,6
XX	5 ottobre	65	64	14	9,21	18	1205	19	63,4
XXI	5 novembre	62	68	11	11,82	23	2803	21	133,5
XXII	4 dicembre	48	62	9	12,22	17	1206	19	63,5
XXIII	1° gennaio 1873	76	74	15	10,00	23	1332	20	66,6
XXIV	29 gennaio	84	116	19	10,53	23	2659	23	115,6
XXV	26 febbraio	53	77	15	8,66	19	2258	20	112,9
XXVI	26 marzo	91	97	18	10,44	17	1338	21	63,7
XXVII	23 aprile	87	93	17	10,59	11	539	21	25,6
XXVIII	19 maggio	67	72	17	8,18	10	877	22	39,9
XXIX	15 giugno	96	119	25	8,60	18	1051	28	37,5
XXX	13 luglio	105	124	27	8,48	16	1288	27	45,8
XXXI	9 agosto	53	52	18	5,83	11	811	27	30,0
XXXII	6 settembre	95	95	23	8,26	15	713	25	28,5
XXXIII	3 ottobre	58	31	14	6,36	14	587	24	24,4
XXXIV	1° novembre	53	45	13	7,54	19	470	20	23,5
XXXV	28 novembre	63	57	15	8,00	16	795	23	34,6
XXXVI	26 dicembre	59	52	16	6,94	15	882	21	42,0
XXXVII	22 gennaio 1874	70	65	19	7,10	17	992	24	41,3
XXXVIII	19 febbraio	75	65	16	8,75	16	823	24	34,3
XXXIX	18 marzo	44	49	13	7,15	11	619	18	34,4
XL	15 aprile	52	45	13	7,46	8	428	20	21,4
XLI	12 maggio	53	54	15	7,13	18	411	21	19,6
XLII	9 giugno	53	43	16	6,00	12	1053	24	43,9
XLIII	6 luglio	62	42	16	6,50	13	1855	28	66,3
XLIV	3 agosto	63	48	13	8,54	11	1267	21	60,3
XLV	30 agosto	92	71	19	8,58	13	300	22	13,6
XLVI	27 settembre	44	31	10	7,50	10	592	19	31,2
XLVII	24 ottobre	57	58	17	6,77	8	344	19	18,1
XLVIII	21 novembre	17	18	7	5,00	7	216	11	19,6
XLIX	18 dicembre	13	8	4	5,25	6	63	8	7,9
L	15 gennaio 1875	40	28	13	5,23	7	147	17	8,6
LI	11 febbraio	36	33	9	7,66	7	336	15	22,4
LII	11 marzo	30	30	11	5,45	10	320	17	18,8
LIII	7 aprile	30	25	10	5,50	8	577	19	30,4
LIV	5 maggio	35	30	15	4,33	3	61	23	2,6
LV	1° giugno	23	32	12	8,75	8	410	20	20,5

NUMERI DELLE PROTUBERANZE DISTRIBUITE PER LATITUDINE ELIOGRAFICA

ROTAZIONI	EMISFERO NORD da 90 a 80	80 70	70 60	60 50	50 40	40 30	30 20	20 10	10 0	EMISFERO SUD da 0 a 10	10 20	20 30	30 40	40 50	50 60	60 70	70 80	80 90	SOMME N.	SOMME S.	Numero totale diviso per i giorni di osservaz.	GIORNI D'OSSERVAZ.
I	10	12	11	22	13	20	30	21	17	36	36	27	23	22	7	17	20	12	156	200	14,24	25
II	6	32	18	11	14	28	27	26	26	28	35	3	21	25	9	24	18	9	188	199	16,12	24
III	16	23	13	8	21	26	27	24	29	24	30	26	26	19	12	15	35	12	187	199	14,85	26
IV	26	24	10	14	21	28	34	35	30	26	33	34	35	25	5	10	26	26	222	220	15,78	28
V	19	20	2	14	15	25	29	27	23	25	24	33	28	22	6	7	31	24	174	200	14,96	25
VI	12	10	3	5	15	19	18	20	21	17	21	23	19	13	5	6	22	14	123	140	14,61	18
VII	14	8	5	2	11	15	12	15	10	14	17	21	11	10	6	3	11	15	92	108	14,28	14
VIII	4	5	3	4	4	6	8	10	7	9	10	9	4	7	3	2	4	12	50	60	13,75	8
IX	11	8	8	8	11	15	18	17	20	23	22	20	16	13	8	3	13	15	116	133	15,56	16
X	3	7	9	4	9	12	14	15	13	15	19	23	18	13	11	3	8	6	80	116	14,00	14
XI	13	8	5	4	12	11	21	18	17	22	14	24	20	11	9	8	4	11	109	123	13,65	17
XII	6	7	8	10	14	17	17	17	9	19	22	15	17	9	11	5	4	7	107	109	15,43	14
XIII	1	4	4	7	7	15	14	11	13	12	16	17	14	5	8	2	4	3	76	81	12,07	13
XIV	4	2	8	8	18	20	20	17	4	14	23	23	18	9	10	5	3	4	110	109	12,16	18
XV	1	1	2	15	18	19	18	19	22	21	17	27	24	14	6	1	4	—	115	114	11,45	20
XVI	3	1	3	14	17	28	17	29	23	22	28	35	24	20	11	3	1	2	145	146	11,19	26
XVII	—	1	2	6	30	37	30	32	23	27	30	29	28	33	14	3	—	—	161	194	12,68	28
XVIII	2	2	4	16	10	26	30	27	23	23	30	23	27	26	13	—	2	3	140	147	11,48	25
XIX	—	1	—	6	7	15	15	12	12	11	14	11	13	14	9	2	—	1	68	88	10,40	15
XX	—	2	—	5	11	8	12	12	15	10	12	17	11	9	3	1	—	1	65	64	9,21	14
XXI	2	3	1	7	5	10	11	8	15	10	12	15	11	11	7	1	1	—	62	68	11,82	11
XXII	—	—	1	1	6	10	11	8	9	10	9	11	9	10	8	2	3	—	48	62	12,22	9
XXIII	—	2	3	8	10	14	14	13	12	13	15	13	9	9	10	3	1	1	76	74	10,00	15
XXIV	2	2	4	9	9	13	23	12	10	23	28	19	12	16	15	3	—	—	84	116	10,53	19
XXV	—	—	2	7	10	7	10	6	11	15	18	10	13	9	8	2	—	2	53	77	8,66	15
XXVI	—	2	2	13	11	18	17	12	16	15	18	20	21	7	9	5	—	2	91	97	10,44	18
XXVII	—	—	9	7	10	20	17	9	15	13	18	24	13	12	8	4	—	1	87	93	10,59	17
XXVIII	—	—	—	8	7	15	9	10	18	13	18	11	11	8	7	5	1	—	67	72	8,18	17
XXIX	1	1	1	10	14	19	15	21	14	20	24	20	19	14	15	7	—	—	96	119	8,60	25
XXX	—	—	5	10	10	16	27	21	16	18	26	20	30	8	10	8	3	1	105	124	8,48	27
XXXI	—	—	1	6	3	10	11	9	13	11	12	11	12	5	1	—	—	—	53	52	5,83	18
XXXII	—	2	7	9	8	13	25	16	15	23	22	14	22	7	4	2	—	1	95	95	8,26	23
XXXIII	—	—	—	9	3	13	12	11	10	8	7	3	4	3	3	1	1	1	58	31	6,36	14
XXXIV	—	1	2	3	7	8	8	14	10	12	11	4	12	3	1	—	1	1	53	45	7,54	13
XXXV	—	—	2	7	3	13	15	9	14	15	15	11	8	5	1	2	—	—	63	57	8,00	15
XXXVI	—	—	3	7	8	9	14	11	7	12	14	12	9	3	—	1	—	1	59	52	6,94	16
XXXVII	—	2	4	7	7	10	13	10	17	12	16	11	11	11	2	1	—	1	70	65	7,10	19
XXXVIII	1	—	1	9	6	12	19	13	14	11	15	21	5	10	1	1	—	1	75	65	8,75	16
XXXIX	—	—	1	2	5	11	11	6	8	10	11	9	5	9	3	1	1	—	44	49	7,15	13
XL	—	—	2	6	7	12	4	11	10	9	11	7	9	8	1	—	—	—	52	45	7,46	13
XLI	1	—	3	9	6	9	9	9	7	9	17	11	3	11	2	—	—	1	53	54	7,13	15
XLII	—	—	1	10	8	7	8	11	8	9	18	6	4	3	2	1	—	—	53	43	6,00	16
XLIII	—	—	1	7	6	10	13	14	11	11	12	9	2	4	2	2	—	—	62	42	6,50	16
XLIV	2	1	3	9	6	7	14	13	8	5	14	6	8	9	6	—	—	—	63	48	8,54	13
XLV	2	—	4	12	9	17	20	16	12	11	11	18	12	10	6	2	1	—	92	71	8,58	19
XLVI	—	1	—	7	6	8	6	6	10	4	9	9	4	2	3	—	—	—	44	31	7,50	10
XLVII	2	1	1	5	2	11	14	14	7	7	8	14	7	8	10	1	—	3	57	58	6,77	17
XLVIII	—	—	—	1	3	3	2	4	4	4	2	4	1	3	4	—	—	—	17	18	5,00	7
XLIX	—	—	—	1	4	3	4	1	—	3	2	—	2	1	—	—	—	—	13	8	5,25	4
L	2	1	—	6	7	6	4	7	7	1	8	7	5	2	5	—	—	—	40	28	5,28	13
LI	—	—	—	5	9	4	11	4	3	1	8	8	5	6	4	—	—	1	36	33	7,66	9
LII	—	1	1	4	6	7	4	6	1	1	4	4	3	7	10	1	—	—	30	30	5,45	11
LIII	1	1	1	5	4	1	8	7	2	1	4	5	1	5	9	—	—	—	30	25	5,50	10
LIV	1	—	—	5	5	3	7	8	6	3	2	5	4	3	12	—	1	—	35	30	4,33	15
LV	—	—	—	7	3	4	4	1	4	—	4	2	3	3	9	—	1	—	23	22	3,75	12

ALTEZZA MEDIA DELLE PROTUBERANZE

ROTAZIONI	EMISFERO NORD									EMISFERO SUD									SOMME		MEDIE
	da 90 a 80	80 70	70 60	60 50	50 40	40 30	30 20	20 10	10 0	da 0 a 10	10 20	20 30	30 40	40 50	50 60	60 70	70 80	80 90	N.	S.	
I	6,8	5,6	4,6	5,7	5,7	5,0	6,3	5,7	6,2	6,1	6,7	7,6	6,0	5,5	4,2	5,1	7,6	5,0	5,73	5,98	5,85
II	6,1	7,8	9,5	9,3	6,2	8.3	6,6	7,3	7,2	7,6	7.3	7,3	8,4	6,1	6,3	7,3	7,3	6,9	7,59	7,17	7,38
III	6,7	7,0	6,0	7,7	8,1	7,5	7,8	6,6	7,0	7,3	6,6	8,7	8,2	7,4	5,8	6,7	6,7	5,8	7,15	7,02	7,08
IV	5,2	5,7	6,2	6,8	7,1	6,2	7,4	6,6	6,1	7,0	6,5	6.6	6,8	6,0	4,8	5,5	6.6	5,6	6,36	6,15	6,25
V	5,3	5,5	4,5	5,6	6,2	7,6	7,7	5,4	6,1	6,1	6,5	6,9	7,6	7,6	6,9	4,9	5,9	7,3	5,99	6,63	6,31
VI	4,6	4,6	3,0	4,7	5,1	6,2	6,2	5,5	4,7	4,6	6,2	5,7	5,5	6,4	4,2	4,1	5,5	4,9	4,95	5,23	5,09
VII	4,3	4,6	3,6	2,0	3,9	7,6	4,2	4,7	5,7	4,6	4,6	7,8	8,1	5,3	4,5	5,0	4,6	4,3	4,51	5,42	4,96
VIII	2,6	3,5	3,0	3,0	5,5	4,5	5,1	4,1	4,0	4,9	4,9	5,9	5,3	4,7	4,2	2,5	4,2	5,0	3,92	4,62	4,27
IX	4,1	3,2	3,2	4,0	4,5	7,3	5,6	4,7	5,6	5,8	5,3	5,8	7,1	4,4	4,2	3,8	3,6	4,3	4,69	4,92	4,80
X	3,0	3,0	3,3	3,3	4,4	4,5	4,7	5,3	4,9	4,9	6,2	5,1	4,2	4,9	4,1	3,0	5,1	4,7	4,04	4,69	4,36
XI	3,0	3,2	3,0	3,0	5,3	5,9	4,1	5,4	4,6	4,7	4,8	5,3	4,9	4,9	3,6	3,5	3,0	4,6	4,17	4,36	4,26
XII	3,7	3,0	3,1	4,9	6,8	5,3	6,7	5,1	5,3	5,7	5,0	5,8	6,0	4,3	4,0	3,0	4,0	3,1	4,88	4,54	4,71
XIII	3,0	3,0	4,7	4,1	6,9	4,5	4,7	4,0	6,3	5,0	4,6	5,1	5,6	4,4	3,2	3,0	3,2	3,0	4,58	4,12	4,35
XIV	3,8	3,5	3,0	4,2	4,4	5,5	5,2	5,5	4,7	5,4	4,7	5,9	4,9	5,4	5,4	3,8	3,0	3,5	4,42	4,66	4,54
XV	3,0	3,0	3,5	5,9	6,8	5,8	5,6	5,1	5,8	4,9	5,7	5,6	5,9	6,4	5,1	4,0	3,5	—	4,94	5,14	5,04
XVI	3,3	3,0	4,5	5,4	3,2	5,2	4,6	5,1	5,6	5,2	5,6	6,8	5,1	4,5	4,4	3,7	4,0	4,0	4,43	4,81	4,62
XVII	—	3,0	3,5	5,2	5,6	6,3	4,7	5,0	4,9	4,7	4,9	4,8	4,9	5,1	4,1	5,0	—	—	4,77	4,78	4,77
XVIII	3,0	3,0	3,6	4,5	5,8	5,5	5,4	5,1	4,8	5,0	5,9	5,5	6,4	5,5	4,5	—	4,5	3,5	4,52	5,10	4.81
XIX	—	3,0	—	4,3	11,8	6,8	4,7	4,8	5,3	4,6	4,9	6,1	5,4	5,6	5,0	4,0	—	4,0	5,81	4,95	5,38
XX	—	3,5	—	6,5	5,1	6,4	4,9	6,7	5,4	4,7	5,4	5,6	5,8	4,3	6,3	4,0	—	4,0	5,50	5,01	5,25
XXI	3,5	3,0	4,0	4,7	6,9	5,1	5,6	5,2	5,7	5,4	5.9	6,0	5,8	5,4	3,6	3,0	3,0	—	4,85	4,76	4,80
XXII	—	—	3,0	4,5	6,3	5,2	6,4	5,7	4,8	4,5	7;5	6,0	5,7	5,0	4,0	3,5	3,3	—	5,13	4,94	5,03
XXIII	—	3,5	4,2	5,7	7,1	6,7	7,0	4,9	6,7	6,1	4,7	7,8	7,3	5,3	4,3	4,3	3,0	3,0	5,72	5,09	5,40
XXIV	4,0	4,5	4,5	5,3	7,2	8,8	7,0	4,8	6,3	6,2	6,1	6,1	6,1	6,2	5,4	4,3	—	—	5,82	5,77	5,79
XXV	—	—	5,0	7,2	6,2	6,6	7,7	5,7	5,4	7,6	6,4	5,9	6,5	5,7	5,6	5,0	—	4,0	6,25	5,84	6,04
XXVI	—	4,0	4,0	5,0	5,0	7,4	6,1	5,7	4,8	6,0	6,7	6,2	8,1	8,0	5,4	4,2	—	3,5	5,25	6,01	5·63
XXVII	—	—	4,1	5,8	5,6	5,8	4,9	5,4	5,7	6,4	4,9	5,7	4.9	4,5	4,8	4,2	—	3,0	5,33	4.80	5,06
XXVIII	—	—	—	4,5	4,5	6,2	4,7	5.0	5,1	5,6	6,1	5,1	5,0	4,9	6,2	5,3	4,0	—	5,00	5,15	5,07
XXIX	3,0	6,0	5.0	4,8	5,8	4,9	5,3	6,3	5,5	5,1	5,7	5,6	4,7	4,4	4.3	4,5	—	—	5,18	4,90	5,04
XXX	—	—	4,5	6,5	6,0	6,6	7,0	5,4	5,4	5,5	5,1	6,9	6,7	6,3	4,5	4,0	3,0	4,0	5,91	5,11	5,51
XXXI	—	—	8,0	5,2	7,0	6,9	5,8	4,7	4,8	6,5	5,4	5,7	5,5	6,5	3,0	—	—	—	6,06	5,48	5,74
XXXII	—	4,5	6,1	5,8	5,5	6,8	6,3	5,5	5,8	5,9	5,8	5,5	5,8	6,3	3,5	4,0	—	4,0	5,79	5.10	5,44
XXXIII	—	—	—	5,5	5,7	6,5	6,3	5,7	5,3	5,5	6,3	5,3	4,8	4,7	3,6	4,0	5,0	4,0	5,83	4,80	5,31
XXXIV	—	5,0	5,0	5,0	5,3	4.7	5,0	5,6	5,0	4,8	5,4	4,3	4,9	6,7	4,0	—	4,0	4,0	5,07	4,76	4,91
XXXV	—	—	4,5	3,5	4,5	9,1	7,6	7,1	6,0	4,8	5,8	5,6	4,5	4,1	4,0	3,5	—	—	6,04	4,61	5.32
XXXVI	—	—	6,3	5,2	6,2	5,3	6,3	5,1	4,9	5,0	6,1	5,6	7,2	5,2	—	4,0	—	3,0	5,61	5,15	5,38
XXXVII	—	3,5	5,0	4,6	5,0	4,7	5,2	4,1	4,4	4,8	5,1	6,5	5,0	5,4	5,0	4,0	—	4,0	4,56	4,97	4,76
XXXVIII	4,0	—	4,0	4,8	5,3	6,3	6,8	6,5	6,0	5,4	6,4	5,7	4,3	4,6	4,0	4,0	—	4,0	5,46	4,80	5,13
XXXIX	—	—	4,0	5,0	5,0	6,8	6,0	4,5	4,4	6,3	6,0	5,0	4,6	5,7	3,5	6,0	4,0	—	5,10	5,14	5,12
XL	—	—	6,0	6,3	5,1	5,8	8,0	6,1	5,5	5,7	6,8	5,4	5,4	4,8	4,0	—	—	—	6,11	5,35	5,73
XLI	4,0	—	5,0	6,3	5,3	5,2	6,5	5,4	6,0	5,3	7,4	5,4	6,3	5,5	5,0	—	—	4,0	5,46	5,55	5,50
XLII	—	—	5,0	5,7	7,9	6,9	6,5	5,2	5,0	6,1	6,1	5,8	5,7	5,7	4,5	4,0	—	—	6,03	5,41	5,72
XLIII	—	—	5,0	6,5	7,6	6,1	5,7	4,9	5,0	5,9	5,9	6,2	4,5	8,0	4,5	4,5	—	—	5,83	5,64	5,73
XLIV	3,0	4,0	6,7	6,3	5,6	6,2	7,9	6,7	6,0	5,1	5,2	5,7	4,7	6,4	5,1	—	—	—	5,82	5,36	5,59
XLV	3,5	—	4,2	6,2	6,1	6,3	6,9	5,5	5,3	5,5	5,0	6,3	6,7	7,1	4,6	4,0	4,0	—	5,50	5,40	5,45
XLVI	—	3,0	—	6,5	6,6	5,9	6,3	4 0	4,6	6,7	7,3	6,1	5,5	7,0	5,5	—	—	—	5,27	6,35	5,81
XLVII	4,5	3,0	6,0	4,8	4,5	6,0	6,7	5,6	5,1	6,1	4,8	5,4	5,6	4,9	5,6	4,0	—	3,0	5,13	4,92	5,02
XLVIII	—	—	—	4,0	5,0	4,2	5,0	5,1	4,6	5,0	5,5	6,7	6,0	5,0	5,0	—	—	—	4,65	5,53	5,09
XLIX	—	—	—	8,0	5,2	4,5	5,2	4,0	—	5,2	7,0	—	6,0	5,0	—	—	—	—	5,38	5,80	5,59
L	3,0	3,0	—	5,6	4,7	5,8	5,3	4,7	5,3	5,0	6,8	6,1	4,6	5,5	4,7	—	—	—	4,67	5,45	5,06
LI	—	—	—	6,6	4,9	6,3	4,6	4,5	4,2	6.0	4,3	4,6	5,7	6,6	5,0	—	—	4,0	5,18	5,17	5,17
LII	—	3,0	3,0	4,6	6,3	6,4	4,5	4,7	4,0	5,0	4,6	5,1	4,5	5,1	5,2	4,0	—	—	4,56	4,78	4,67
LIII	3,0	6,0	6,0	5,6	5,8	8,0	5,5	7,2	6.0	5,0	4,2	5,5	5,0	6,1	4,6	—	—	—	5,90	5,06	5,48
LIV	6,0	—	—	5,4	4,8	4,2	5,2	4,5	4,6	3,2	3,5	4,2	4,7	5,0	4,6	—	4,0	—	4,95	4,17	4,56
LV	—	—	—	5,0	4,7	4,2	4,0	5,0	4,0	—	5,0	4,5	4,5	4,7	4,6	—	4,0	—	4,48	4,55	4,51

LARGHEZZA MEDIA DELLE PROTUBERANZE

ROTAZIONI	EMISFERO NORD									EMISFERO SUD									SOMME		MEDIE
	da 90 a 80	80 70	70 60	60 50	50 40	40 30	30 20	20 10	10 0	da 0 a 10	10 20	20 30	30 40	40 50	50 60	60 70	70 80	80 90	N.	S.	
I	6,8	7,7	5,5	6,4	5,6	6,3	7,3	5,5	5,5	5,3	5,9	5,2	5,4	5,4	7,2	6,8	6,3	7,7	6,29	6,13	6,21
II	4,0	5,5	5,3	5,2	6,8	5,9	6,3	5,3	5,6	7,3	6,4	4,9	5.8	4,7	5,8	5,7	7,1	4,1	5,54	5,75	5,64
III	7,3	6,1	5,7	5,2	6,6	6,8	6,4	5,6	5,7	6,4	7,4	7,1	7,3	5,8	7,3	7,0	6,4	5,3	6,15	6,66	6,40
IV	5,2	5,5	5,4	5,8	5,9	5,6	6,4	5,5	5,6	5,3	6,5	5,7	5,2	4,6	4,5	4,7	6,2	4,9	5,65	5,29	5,47
V	3,9	4,9	—	4,4	5,3	6,5	6,6	5,9	6,2	6,3	6,7	6,0	6,8	6,5	5,3	5,2	5,1	5,7	5,46	5,95	5,70
VI	4,1	3,9	5,0	6,4	4,8	6,0	4,6	5,6	5,4	4,7	4,4	6.7	5,3	4,8	4,1	2,9	5,1	4,1	5,09	4,68	4,88
VII	4,6	5,1	6,7	4,5	4,5	6,1	5,0	5,9	5,8	5,4	5,1	4,7	6,0	4,8	4,6	3,7	3,6	5,1	5,30	4,78	5,04
VIII	4,2	5,3	8,0	6,5	6,2	4,2	6,3	6,7	5,5	4,5	4,7	4,5	5,5	6,4	5.2	10,0	3,8	4,7	5,88	5,48	5,68
IX	7,2	8,4	5,3	7,1	5,4	6,5	6,2	7,7	7,5	5,5	7,1	6,7	6,8	5,3	5,6	4,5	6,2	4,4	6,81	5,79	6,30
X	5,5	8,1	5,7	4,0	5,3	5,6	6,0	6,8	6,6	6,1	6,5	5,7	5,4	5,4	5,5	6,5	4,8	3,8	5,95	5,52	5,73
XI	7,6	5,4	8,0	6,6	6,3	6,1	6,2	6,2	8,3	6,5	6,9	7,5	7,3	6,1	6,2	7,0	8,1	6,4	6,74	6,89	6,81
XII	8,0	8,5	8,5	7,7	6,7	6,7	6,9	6.1	4,9	7,5	6,4	7,1	5,9	6,6	5,1	8,0	5,0	7,3	7,11	6,54	6,82
XIII	10,0	6,3	6,0	5,7	7,0	7,1	7,7	5,8	6,9	7,3	6,3	7,1	5,1	5,4	4,9	5,5	6,0	6,0	6,94	5,95	6,44
XIV	5,1	7,0	10,0	6,1	6,7	5,8	6,2	5,9	6,2	7,6	7,4	7,9	6,0	6,5	6,1	8,2	8,7	4,5	6,55	6,99	6,77
XV	5,0	10,0	7.5	6,0	6,6	6,4	6,6	5,9	6,4	5,6	6,4	5,9	6,4	5,1	8,1	10,0	4,5	—	6,71	6,50	6,60
XVI	6,0	10,0	4,2	5,3	6,3	5,9	5,7	5,7	7,0	6,4	6,3	7,1	5,6	5,1	4,1	5,5	3,0	2,5	6,23	5,06	5,64
XVII	—	10,0	6,5	6,3	6,7	6,8	5,7	6.6	6,0	6,2	5,8	5,7	6,0	4,7	3,8	4,2	—	—	6,82	5,20	6,01
XVIII	10,0	7,0	5,8	7,4	7,2	6,7	6,7	6,9	6,3	5,6	7,2	7,1	6,6	6,6	4,2	—	4,0	7,0	7,11	6,03	6,57
XIX	—	6,0	—	7,0	4,9	7,0	5,6	7,5	7,8	6,8	6,3	7,6	4,9	6,3	4,7	4,0	—	3,0	6,54	5,45	5,99
XX	—	6,5	—	4,0	5,6	8,8	7,7	8,3	5,7	6,9	7,2	6,6	8,9	7,0	8,0	5,0	—	4,0	6,65	6,70	6,67
XXI	2,0	5,3	6,0	5,8	7,0	7,9	7,5	9,2	6,4	7,2	8,2	7,7	8,1	8,2	5,5	10,0	8,0	—	6,44	7,86	7,15
XXII	—	—	10,0	7,0	6,1	6,3	6.8	5,4	6,7	7,9	7,1	7,3	6,3	6,2	7,3	7,0	5,5	—	6,90	6,82	6,86
XXIII	—	9,0	6,5	5,8	6,4	8,9	7,5	7,5	7,7	6,6	7,5	8,2	6,6	6,3	7,5	6,0	3,0	10,0	7,41	6,85	7,13
XXIV	6,0	6,0	5,8	5,8	6,0	8,1	7,6	6,8	6,8	6,9	7,1	7,1	7,3	6,7	7,3	6,7	—	—	6,54	7,01	6,77
XXV	—	—	5,5	8,3	7,8	8,5	8,0	6,7	6,3	6,3	7,2	7,0	7,5	6,2	5,7	7,5	—	10,0	7,30	7,17	7,23
XXVI	—	6,5	3,0	5,5	6,0	7,7	7,2	5,4	5,7	7,9	6,8	6,5	6,5	6,3	5,6	3,5	—	6,5	5,87	6,20	6,03
XXVII	—	—	4,5	5,7	6,8	6,3	6,2	7.5	6,7	7,2	7.5	7,3	6,3	5,7	5,9	5,5	—	5,0	6,24	6,31	6,27
XXVIII	—	—	—	4,7	6,7	7,3	5,7	5,4	6,5	5,5	8,5	6,2	6,2	4,6	6,7	5,5	6,0	—	6,05	6,15	6,10
XXIX	10,0	5,0	5,0	5,1	6,4	7,1	5,8	7,3	6,4	6,3	6,7	6,4	5,7	5,0	5,6	4,5	—	—	6,45	5,74	6,09
XXX	—	—	4,8	5,8	6,7	7,5	7,9	6,8	6,2	6,7	6,7	6,9	7,1	5,1	4,5	6,3	8,8	4,0	6,53	6,23	6,38
XXXI	—	—	10,0	7,8	6,3	8,7	7,3	7,0	6,7	6,7	7,8	7,2	7,6	8,5	8,0	—	—	—	7,68	7,63	7.65
XXXII	—	7,0	6,7	6,4	5,9	7,1	8,5	7,5	7,9	6,2	6,2	6,5	6,7	7,1	8,0	4,0	—	4,0	7,12	6,09	6,60
XXXIII	—	—	—	5,9	7,0	6,9	6,6	6,1	6,9	6,6	7,2	5,5	8,7	5,3	7,2	4,0	4,0	3,0	6,56	5,72	6,14
XXXIV	—	6,0	9,0	7,7	4.5	5,5	7,4	7,8	7,9	6,2	8,9	4,5	6,9	6,7	10,0	—	3,0	5,0	6,97	6,40	6,68
XXXV	—	—	6,5	6,3	5,2	8,5	8,0	7,8	6,7	7,5	7,2	6,1	6,6	8,3	6,0	—	—	—	7,00	6,95	6,97
XXXVI	—	—	5,0	7,7	7,2	8,5	8,0	9,0	6,4	5,6	6,2	7,7	6,1	5,2	—	3,0	—	10,0	7,40	6,25	6,82
XXXVII	—	6,5	5,8	8.7	7,1	7.1	7,2	7,2	7,1	7,1	7,5	7,9	7,9	6,8	8,0	3,0	—	5,0	7,09	6,65	6,87
XXXVIII	10,0	—	3.0	5,5	6,0	6,2	7,3	8,2	6,1	8,5	7.2	7,2	6,5	5,7	10,0	3,0	—	3,0	6,54	6,39	6,46
XXXIX	—	—	5,0	5,5	6,2	6,6	7,3	6,1	5,0	7,0	7,1	5,7	6,7	6,7	6,5	5,0	2,0	—	5,95	5,84	5,89
XL	—	—	8,0	7,2	4,9	6,7	8,2	7,2	5,2	5,8	6,9	5,2	5,9	5,1	2,0	—	—	—	6,77	5,15	5,96
XLI	6,0	—	6,7	7,5	6.6	6,3	6,5	7,4	5,4	7,3	7,4	5,6	6,7	4,8	6,0	—	—	5,0	6,55	6,30	6,42
XLII	—	—	8,0	8,5	8,5	7.5	7,5	6,4	7,9	7,2	8,0	6,9	5,0	7,0	6,0	6,0	—	—	7,75	6,58	7,16
XLIII	—	—	8,0	8,5	7,4	7,0	7,4	7.4	7,0	7,0	8,1	7,0	6,5	5,7	5,5	4,5	—	—	7,53	6,33	6,93
XLIV	10,0	5,0	6,7	6,5	5,0	7,4	7,1	7,2	6,7	6,1	6,3	7,2	5,0	6,6	6,2	—	—	—	6,84	6,23	6,53
XLV	6,5	—	4,2	5,9	6,9	7,6	8,[illegible]	7,3	6,9	6.8	5,9	7,9	7,1	6,5	4,8	4,5	2,0	—	6,70	5,69	6,19
XLVI	—	10,0	—	6,4	7,0	6,0	8,0	8.1	5,7	7,0	8,1	7,9	7,2	8,5	7,0	—	—	—	7,31	7,61	7,46
XLVII	7,5	10,0	8,0	6.8	5,5	6,3	7,7	6,3	6,5	8,3	7,8	7,1	7,4	5,0	6,1	3,0	—	10,0	7,18	6,84	7,01
XLVIII	—	—	—	2,0	5.0	6,5	5,0	7,1	6,3	7,2	5,5	6,2	7,0	5,0	6,1	—	—	—	5,31	6,16	5,73
XLIX	—	—	—	5,0	4,2	3.7	7,0	7,0	—	6,5	8,5	—	9,0	6,0	—	—	—	—	5,38	7,50	6,44
L	10,0	10,0	—	5,6	6,2	6,0	7,8	5,1	7,0	6,0	6,3	6,5	4,1	7,5	4,2	—	—	—	7,21	5,76	6,48
LI	—	—	—	6,2	5,7	8,0	5,3	3,8	5,2	10,0	5,2	5,1	5,0	7.3	5,5	—	--	2,0	5,70	5,73	5,71
LII	—	2,0	5,0	8 0	6,6	7,8	3,5	7,8	5,0	3,0	5,0	8,1	4,5	5,5	6,8	8,0	—	—	5,71	5,11	5,41
LIII	4,0	10,0	6,0	6,6	7,8	8,0	6,7	6,5	6,5	6,0	4,5	6,1	8,0	8,1	5,4	—	—	—	6,91	6,35	6,63
LIV	5,0	—	—	5,1	4,6	4,0	5,7	5,8	4,5	5,2	4.0	4,8	4,5	5,5	4,5	—	2,0	—	4,95	4,35	4,65
LV	—	—	—	5,5	5,7	5,2	4,0	4,0	3,5	—	5,0	5,5	5,5	6,2	6,1	—	3,0	—	4,65	5,21	4,93

AREE MEDIE DELLE PROTUBERANZE

ROTAZIONI	EMISFERO NORD									EMISFERO SUD									SOMME		MEDIE
	da 90 a 80	80 70	70 60	60 50	50 40	40 30	30 20	20 10	10 0	da 0 a 10	10 20	20 30	30 40	40 50	50 60	60 70	70 80	80 90	N.	S.	
I	52,2	34,8	25,7	36,6	24,0	45,7	48,0	24,8	36,8	30,4	40,7	36,6	31,9	26,7	27,1	34,1	46,1	37,9	36,51	34,61	35,56
II	21,1	48,4	47,7	40,2	40,2	41,8	37,5	40,5	37,1	45,2	44,0	40,8	37,8	32,0	34,2	42,2	55,3	28,6	39,39	40,01	39,70
III	51,2	44,1	31,2	42,2	52,1	51,6	52,5	37,2	34,0	39,4	42,0	57,0	66,8	47,9	49,8	41,5	47,3	29,2	44,01	46,76	45,38
IV	26,9	30,3	36,5	44.9	50,7	34,4	41,9	32,3	41,1	36,1	42,4	32,5	36,7	30,3	21,6	26,0	43,3	29,7	37,67	33,18	35,42
V	24,4	27,7	—	29,3	32,3	41,5	45,1	32,9	38,9	38,4	42,0	35,6	53,4	49,3	34,1	29,0	30,8	45,2	34,01	39,75	36,88
VI	15,2	21,2	14.5	31,3	29.6	34,1	32,6	23,6	24,7	20,6	30,2	33,3	29,1	38,0	15,6	13,3	26,9	24,8	25,20	25,20	25,20
VII	17,3	22,0	19,0	22,5	18,5	45.3	21,7	27,0	33,5	23,9	23,0	47,7	47,7	26,1	18,3	19,5	17,6	20,7	25,20	27,16	26.18
VIII	27,5	15,2	25.0	21,6	31,2	20,5	30,0	21,1	18,0	22,7	19,6	27,6	26,8	28,2	20,5	21,0	16,3	28,5	23,34	22,91	23,12
IX	29,9	26,4	25,5	24,5	22,4	53,8	35,3	30,6	38.7	29,9	36,6	42,9	54,3	21,0	23,3	15,5	26,3	21,6	31,90	30,15	31,02
X	16,5	24,5	19,5	13,6	23,6	25,8	30,2	38,7	32,3	34,9	35,8	26,0	24,4	28,2	21,5	19,5	24,9	19,7	24,96	26,10	25,53
XI	22,8	15,5	24,0	20,0	35,0	36,0	25,0	35,9	39,5	28.1	32,7	38,1	35,4	34,7	22,6	24,7	24,5	28,7	28,19	29,94	29,06
XII	29,1	25,5	26,4	36,7	50,6	35.6	47,6	30,1	28,8	40,2	34,8	41,4	38,6	29,2	20,6	24,0	18,0	22,3	34,49	29,90	32,19
XIII	30,0	19,0	25,0	22,8	50,5	31,8	36,8	22,8	48,7	35,2	29,0	38,6	28,7	21,8	15,4	16,5	18,7	18,0	31,93	24,65	28,29
XIV	23,7	21,0	30,0	22,4	32,2	36,1	36.2	36,9	33,0	41,9	33.8	43,7	31,7	45,7	37,2	26,0	15,0	15,5	30,50	32,28	31,39
XV	15,0	—	25,0	34,4	51,5	40,8	40,6	32,3	37,9	31,7	43,2	41,4	41,6	35,7	43,6	40,0	15,5	—	34,69	36,59	35,64
XVI	21,7	—	19.0	30,0	31,7	32,9	28,6	33,2	41,9	38,9	37,7	53,1	31,5	25,0	18,9	20,0	12,0	10,0	29,87	27,45	28,66
XVII	—	30,0	21,0	32,8	41,1	49,6	28,9	33,5	31,2	31,0	29,9	27,9	32,0	25,6	16,2	23,0	—	—	33,51	26,51	30,01
XVIII	—	13,5	23,5	28,5	43,5	40,5	33,5	37,5	28,0	37,5	45,0	40,5	47,0	40,5	18,0	—	18,0	19,5	31,06	33,25	32,15
XIX	—	18.0	—	26,0	48,5	50,5	31,0	36,0	42,0	35.0	34,0	61,0	29,5	36,5	25,0	16,0	—	12,0	36,00	31,12	33,56
XX	—	10,5	—	18,0	32,5	57,0	38,5	52,5	27,5	36,5	35,0	36,0	42,5	32,0	68,0	20,0	—	20,0	33,78	35,62	33,70
XXI	8,0	21,0	8,0	26,5	46,0	42,0	41,0	49,5	31,5	40,5	37,0	48,0	61,5	57,5	22,0	30,0	24,0	—	30,39	40,06	35,22
XXII	—	—	30,0	33,0	42,0	33,5	48,5	25.5	39,5	36,0	46,0	45,0	34,5	30,5	29,0	23,0	6.5	—	36,00	31,31	33,65
XXIII	—	31,0	28,0	38,2	40,2	56,9	41,8	36,8	46,2	37,0	36,7	60,3	33,9	33,9	31,9	30,5	9,0	30,0	39,82	33,69	36,75
XXIV	21,0	24,0	25,8	28,1	41,3	79,6	54,6	35,4	39.7	46,2	36,4	34.3	49.3	41,1	42.9	28,7	—	—	39,16	39,84	39,50
XXV	—	—	27,5	60,4	51,6	51,3	60,4	37,9	35,6	45,5	44,3	38,7	48,2	34,1	34,8	37,5	—	30,0	46,38	39,13	42,75
XXVI	—	26,0	12,0	30,9	31,5	66,6	49,8	26,0	28,1	50,2	50,3	38,5	39,5	55,2	35,8	14,7	—	21,0	33,86	38,15	36,00
XXVII	—	—	17,5	44,0	45.0	32,5	29,5	43,5	35,5	53,0	37,0	40,0	30,0	25,5	30,0	22,5	—	15,0	35,36	31.62	33,49
XXVIII	—	—	—	23,0	26,5	52,0	19,0	35,0	34,0	32,0	38.5	30,5	34,0	35,0	43,0	32,5	24,0	—	31,58	33,69	32,63
XXIX	30,0	30,0	38,0	24,0	39,5	33,5	38.0	37,0	37,0	32,5	43,5	39,0	26.0	21,5	25,5	23,5	—	—	34,11	30,21	32,16
XXX	—	16,0	20,5	36,0	40,5	47,5	46,0	38,0	42,5	40,5	33,5	50,0	45,0	37,5	19,0	33,5	27,0	16,0	35,87	33,55	34,71
XXXI	—	—	80,0	28,5	26,5	71,5	46,0	34,5	36,0	49.5	47,5	35,0	41,5	65,0	24,0	—	—	—	47,57	43,75	45,66
XXXII	—	30,0	34,6	37,6	35,6	50,9	55,5	42,7	54,2	42,7	33,7	39,8	39,4	51,5	27,0	16,0	—	16,0	42,64	33,26	37,95
XXXIII	—	—	15,0	42,5	38,0	50,0	47,0	31,5	38,5	33,5	50.0	27,0	21,0	23,5	26,5	—	20,0	28,0	37,50	26,19	31,84
XXXIV	—	20,0	44,0	37,7	35,3	30,4	38,7	44.7	34,1	31,0	43.8	22,5	33,9	47,7	40,0	—	12,0	20,0	35,61	31,36	33,48
XXXV	—	—	31,0	39,3	24,7	79,9	61,9	43,1	41,1	36,8	44,7	38,7	29,7	32,6	19,0	—	—	—	40,12	33,58	36,85
XXXVI	—	—	30.0	41,8	48,5	45,8	53,2	46.4	32,7	29,2	40,5	45,1	53,0	29,5	—	12,0	—	30,0	42,63	34,18	38,45
XXXVII	—	21,0	28.3	40,7	35,5	33,6	39,0	29,3	32,3	34,2	39 6	53,6	39,7	37,6	42,0	12,0	—	20,0	32,46	34,84	33,65
XXXVIII	40,0	—	12,0	29,4	33,0	41,9	53,0	56,2	38,6	46,2	49,1	43.7	28,1	27,2	40,0	12,0	—	12,0	38,01	32,29	35,15
XXXIX	—	—	20,0	30,0	32,1	46,5	44,7	27,8	23,6	44,1	37.0	30,8	32,8	38,6	21,0	30,0	8,0	—	32,10	30,29	31,19
XL	—	—	48,0	46,3	27,0	35,8	64,5	44,1	30,0	35,9	50,2	29,1	34,3	26,1	8,0	—	—	—	42,24	30,60	36,42
XLI	40,0	—	33,5	48,2	36,0	33,5	45,8	40,8	32,2	40,5	59,5	31,9	43,0	27,2	30,0	—	—	20,0	38,75	36,01	37,38
XLII	—	—	40,0	49,7	69,8	54,1	51.1	34,1	40,6	47,5	50,9	41,3	31,0	42,0	26,0	24,0	—	—	48,48	37,53	43,00
XLIII	—	—	40,0	57,2	60.3	45,6	45,4	37,5	35,6	44,3	50,5	45,0	30,0	51,0	26,0	20,0	—	—	45,94	38,11	42,02
XLIV	16,5	20,0	42,5	44,8	31,0	50,2	61,0	47,1	43 2	29,6	33,6	46,2	24,2	44,7	32,5	—	—	—	39,59	35.13	37,36
XLV	21,0	—	17,7	40,4	45,8	54,7	58,7	41,7	37,9	38,6	30,7	52,0	52,5	52,3	23,5	18,0	8,0	—	39.73	34,45	37,09
XLVI	—	30,0	—	44,7	47,8	35,9	48.2	33,6	26.8	52,0	64,1	53,6	42,5	61,0	39,0	—	—	—	38,14	52,03	45,08
XLVII	30,0	30,0	48.0	35,2	25,0	43,4	55,1	37,1	31,6	53,8	38,1	40,3	41,2	25,5	36,9	12,0	—	30,0	37,26	35,40	36,33
XLVIII	—	—	—	8.0	26,7	28,0	25.0	37,5	30,0	34,5	34,0	45,7	42.0	25.0	30,8	—	—	—	25,87	35.33	30,60
XLIX	—	—	—	40,0	22,5	17,7	36,2	28,0	—	34,0	61,0	—	54,0	30,0	—	—	—	—	28,88	44,75	36,81
L	30,0	30,0	—	38,3	26,7	40,3	41,6	28,3	37,5	30,0	51,1	40,0	23,3	40,0	20,0	—	—	—	34,09	34,06	34,07
LI	—	—	—	41.0	27,2	77,0	25,4	18.3	23,0	60,0	24,7	23 2	28,6	50,3	28,5	—	—	8,0	35,31	35,88	35,59
LII	—	5,0	15,0	34,3	41,6	52,0	15,7	37,2	20,0	15,0	26,6	42,3	21,0	28,9	34,8	32,0	—	—	27,60	28,65	28,12
LIII	12,0	60,0	36,0	41,1	45,3	64,0	37,0	50,6	39,0	30.0	19,0	34,0	40,0	49,7	25,9	—	—	—	42,78	33,10	37,94
LIV	30,0	—	—	29,5	23,5	17,0	31,3	27,7	21,1	15,5	14,5	22,0	22,5	29,0	21,7	—	8,0	—	25,67	19,03	22,35
LV	—	—	—	28,5	28,0	22,2	16,0	20,0	13,8	—	28,0	26,0	25,0	30,7	28,5	—	12,0	—	21,41	25,03	23,22

FACOLE

ROTAZIONI	EMISFERO NORD da 90 a 80	80 70	70 60	60 50	50 40	40 30	30 20	20 10	10 0	EMISFERO SUD da 0 a 10	10 20	20 30	30 40	40 50	50 60	60 70	70 80	80 90	SOMME N.	SOMME S.	MEDIE
I	10,0	7,3	3,5	5,5	6,4	7,1	8,2	7,3	3,6	5,8	8,3	7,8	6,3	5,6	6,3	5,6	5,1	4,5	6,54	6,14	6,34
II	—	6,0	4,2	4,3	5,9	6,4	6,2	7,4	5,2	7,2	6,8	6,9	7,2	6,1	4,5	7,5	4,0	2,5	5,70	5,85	5,77
III	—	6,0	10,0	4,1	5,9	6,9	7,5	6,9	5,8	4,1	5,7	5,1	6,8	5,4	6,5	5,6	—	—	6,63	6,03	6,33
IV	5,0	5,1	5,3	4,2	4,9	6,4	7,7	7,5	6,0	3,6	7,2	8,5	6,9	5,3	5,0	4,9	5,0	4,7	5,79	5,68	5,73
V	3,0	3,1	3,0	5,0	5,1	6,5	7,2	7,4	6,2	3,4	7,5	8,6	7,4	6,1	4,9	4,4	3,9	2,9	5,17	5,45	5,31
VI	3,0	3,0	3,0	3,4	3,5	5,9	6,4	7,6	6,2	4,3	6,3	7,6	7,5	4 6	3,2	4,4	3,0	3,0	4,67	4,88	4,77
VII	3,0	2,8	2,8	2,7	3,9	5,0	8,0	6,4	6,8	5,2	7,4	8,0	8,8	6,2	4,0	3,0	3,0	3,0	4,61	5,40	5,00
VIII	3,1	3,0	4,7	4,5	3,4	5,3	7,2	8,1	3,3	2,6	7,4	5,4	6,6	5,0	3,0	3,0	3.0	3,0	4,95	4,33	4,64
IX	3,0	3,5	3,1	3,0	3,7	7,3	7,3	7,2	3,8	5,9	7.2	8,2	7,0	2,6	3,0	3,0	3,0	3,4	4,32	4,81	4,56
X	2,0	10,0	6,0	2,0	4,8	7,4	8,2	5,6	2,5	5,5	8,0	8,6	6,8	6,6	8,0	—	—	—	5,39	7,25	6,32
XI	5,0	—	4,5	2,2	5,4	7,8	7,6	7,9	4,8	5,5	7,9	8,0	6,2	5,2	1,0	4,0	10,0	6,0	5,65	5,98	5,81
XII	7,5	3,0	3,0	2,0	5,7	7,2	6,9	5,5	4,8	6,5	8,0	7,3	6,3	4,5	3,0	—	5,5	—	5,07	5,87	5,47
XIII	5,0	5,0	4,0	5,7	6,2	6,2	7,2	5,9	3,3	7,4	7,0	7,5	4,8	5,7	3,0	8,5	2,0	—	5,39	5,74	5,56
XIV	—	10,0	—	5,2	5,7	6,8	7,2	7,2	6,3	4,8	8,5	7,0	5,0	4,7	8,5	5,0	3,2	5,0	6,91	5,74	6,32
XV	—	—	—	—	3,5	6,7	8,2	7,5	7,2	5,9	7,1	7,5	6,2	4,0	8,7	7,5	3,0	—	6,62	6,24	6,43
XVI	5,6	7,7	2,0	2,7	6,7	5,7	7,5	8,1	7,2	6,1	7,5	6,8	6,4	7,4	5,4	3,0	4,5	3,0	5,91	5,57	5,74
XVII	3,0	—	—	7,0	5,6	6,8	7,0	8,1	7,9	6,2	8,1	7,6	5,9	5,9	5,7	10,0	—	—	7,56	7,05	7,30
XVIII	—	—	—	8,0	3,8	3,8	6,8	6,5	7,1	5,8	8,0	6,7	6,1	9,5	4,5	5,3	4,0	5,0	6,00	6,10	6,05
XIX	—	—	—	—	4,0	5,3	6,7	6,1	7,6	6.0	8,8	7,0	6,0	5,0	4,0	—	—	—	5,94	6,05	5,99
XX	—	—	—	—	3,0	7,0	8,5	6,8	6,9	6,5	8,6	8,6	7,5	8,6	8,2	10,0	3,5	—	6,44	8,78	7,61
XXI	—	—	—	—	5,2	7,1	8,3	7,8	6,1	6,2	8,0	5,7	7,0	5,0	—	—	—	—	6,90	6,38	6,64
XXII	—	—	—	—	2,8	7,3	8,1	4,6	3,0	7,1	8,2	7,3	5,3	8,0	—	—	—	—	5,16	7,20	6,18
XXIII	—	—	10,0	6,5	5,8	6,9	8,8	6,4	5,2	8,2	8,6	7,7	5,1	6,8	2,0	—	—	—	7,09	6,40	6,74
XXIV	—	—	7,0	6,5	6,0	7,5	8,4	6,2	5,1	7,9	7,8	7,5	3,3	6,5	3,5	—	—	—	6,67	6,08	6,37
XXV	—	—	—	4,8	5,5	8,1	7,5	5,6	3,8	8,5	6,8	5,4	5,5	—	—	—	—	—	5,88	6,55	6,21
XXVI	—	—	—	2,5	6,2	7,7	8,2	7,6	3,9	7,6	9,1	5,2	5,5	6,2	—	—	—	—	6,01	6,72	6,36
XXVII	—	7,0	10,0	7,5	4,1	5,5	7,5	6,5	6,2	7,9	9,1	5,7	6,0	9,0	—	—	—	—	6,79	7,54	7,16
XXVIII	10,0	8,0	6,0	5,0	4,6	7,2	7,0	6,5	6,1	5,7	8,3	5,9	7.6	5,5	10,0	10,0	6,0	—	6,71	7,37	7,04
XXIX	—	—	—	7,0	1,5	5,3	6,0	6,5	6,8	6,3	7,5	6,7	7,3	3,0	—	—	—	—	5,51	6,16	5,80
XXX	—	—	—	—	5,0	5,3	5,8	6,7	5,4	6,1	6,9	5,4	3,5	7,0	1,0	—	—	—	5,64	4,98	5,31
XXXI	—	—	—	—	—	5,0	4,3	8,1	5,3	6,1	3,2	7,1	4,6	—	—	—	6,0	1,0	5,67	5,50	5,58
XXXII	—	—	—	—	—	4,0	3,9	7,9	5,5	4,4	6,2	7,5	6,5	4,2	3,0	5,0	—	2,0	5,32	4,85	5,08
XXXIII	—	—	3,0	2,0	—	5,0	8,1	7,4	6,2	6,2	5,7	7,7	8,7	6,3	—	—	—	—	5,28	6,92	6,10
XXXIV	—	—	2,0	3,0	—	4,0	5,1	7,5	8,1	7,7	7,0	5,6	2,0	—	—	—	—	—	4,95	5,57	5,26
XXXV	—	—	—	—	10,0	3,5	6,3	7,4	5,8	5,7	7,8	4,2	3,0	—	—	—	—	—	6,60	5,17	5,88
XXXVI	—	—	—	—	—	2,6	4,9	7,3	4,2	5,4	7,4	5,7	4,8	—	—	—	—	—	4,95	5,82	5,38
XXXVII	—	—	—	—	7,0	5,4	7,6	7,1	6,5	7,2	6,8	5,1	4,3	—	—	—	—	—	6,72	5,85	6,28
XXXVIII	—	—	—	—	3,0	5,3	7,5	8,1	6,2	5,5	6,6	5,3	3,0	—	—	—	—	—	6,02	5,10	5,56
XXXIX	—	—	—	5,5	3,5	6,8	7,7	8,0	4,8	4,9	6,2	4,5	—	—	—	—	—	—	6,05	5,20	5,62
XL	—	—	—	—	5,0	4,3	5,8	5,2	5,9	5,3	5,2	6,5	4,2	—	—	—	—	—	5,24	5,30	5,27
XLI	—	—	—	—	—	4,0	5,6	6,7	5,2	8,0	5,6	5,3	7,0	2,0	—	—	—	—	5,37	5,58	5,47
XLII	—	—	—	—	—	—	4.1	7,2	5,1	5,8	6,5	4,4	—	—	—	—	—	—	5,47	5,57	5,52
XLIII	—	—	—	—	—	—	5,4	7,8	6,7	4,9	7,6	4,9	—	—	—	—	—	—	6,63	5,80	6,21
XLIV	—	—	—	—	—	—	5,0	6,4	6,1	3,0	5.6	7,1	5,6	—	—	—	—	—	5,83	5,32	5,52
XLV	—	—	—	—	—	2,5	5,4	6,0	4,7	5,4	5,3	7,1	5,0	4,7	—	—	—	—	4,65	5,50	5,07
XLVI	—	—	—	—	—	1,0	4,2	6,5	4,1	4,9	7,1	6,6	8,5	—	—	—	—	—	3,95	6,77	5,36
XLVII	—	—	—	—	—	—	3.0	6,9	4,4	3,7	6,5	7,0	2,6	—	—	—	—	—	4,77	4,95	4,86
XLVIII	—	—	—	—	—	—	6,0	8,8	8,4	4,1	5,7	8,8	3,0	—	—	—	—	—	7,73	5,40	6,56
XLIX	—	—	—	—	—	3,7	7,0	6,7	2,0	3,5	6,5	—	—	—	—	—	—	—	4,85	5,00	4,92
L	—	—	—	—	—	—	4,6	7,5	6,0	4,3	5,2	3,0	7,0	—	—	—	—	—	6,03	4,87	5,45
LI	—	—	—	—	3,0	6,5	5,6	5,7	6,8	6,5	5,6	—	—	—	—	—	—	—	5,52	6,05	5,78
LII	—	—	—	—	—	3,9	6,9	6,9	3,9	4,2	4,3	—	—	—	—	—	—	—	5,40	4,25	4,82
LIII	—	—	—	—	2,0	7,5	4,0	8,1	2,1	1,0	7,0	—	—	—	—	—	—	—	4,74	4,00	4,37
LIV	—	—	—	—	—	3,5	3,9	5,1	4,2	2,8	8,7	5.0	7,0	—	—	—	—	—	4,17	5,87	5,02
LV	—	—	—	—	—	—	6,0	4,9	4,6	4,6	5,3	1,8	—	—	—	—	—	—	5,17	3,63	4,40

SULLE NORME E SUGLI STRUMENTI ECONOMICI PROPOSTI PER LE OSSERVAZIONI MICROSISMICHE DAL P. T. BERTELLI E M. S. DE ROSSI

RELAZIONE

DEL CAV. PROF. MICHELE STEFANO DE ROSSI

I minimi ed insensibili terremoti che possiamo dire microscopici sono un fenomeno della esistenza del quale nè la ragione nè la esperienza ci permettono di dubitare. Perciò sembrami poter stabilire che le controversie recentemente agitate intorno alle teorie microsismiche e prodotte dal nostro collega il Ch. Prof. Don Timoteo Bertelli, non pongono in dubbio la esistenza in natura dei terremoti microscopici, ma soltanto la loro maggiore o minore frequenza, e le leggi che in questo fenomeno intravedono il Bertelli medesimo, e coloro che lo hanno seguìto nella interpretazione dei fatti sperimentali. Il Ch. Prof. Pietro Monte che sopra ogni altro si è mostrato restio ad ammettere le suddette teorie microsismiche, ha più d'una volta annunciato terremoti insensibili da lui medesimo verificati nell'agitazione straordinaria e visibile del pendolo. Anche a me consta nella mia esperienza che molte volte una agitazione notevole vista col microscopio nel pendolo, mentre sensibilmente non avvertiva verun movimento, coincideva però con un terremoto lontano, anche lontanissimo, con la dovuta differenza di tempo per la trasmissione dell'onda sismica. Se ci mancassero siffatti dati sperimentali la sola ragione basterebbe, come ho detto, a farci tener per certo che alcuni terremoti minimi ed insensibili debbono talvolta avvenire. Imperocchè tanto la poca forza di un impulso sismico menomissimo, quanto il passaggio di un onda sismica che si dilegua a cagione della sua lontana provenienza, possono tanto debolmente far vibrare il suolo, che soltanto il microscopio possa renderci avvisati di quel moto che i sensi non arrivano ad avvertire.

Ciò posto, indipendentemente dal desiderio di verificare e svolgere le predette teorie microsismiche, parmi che la scienza dovrebbe prender cura di indagare un fenomeno che certamente esiste, e che finora è sfuggito alle indagini scientifiche come ai sensi. Ed un tale studio indipendentemente sempre dalle predette teorie si può francamente asserire dover riuscire oltremodo importante e ferace di dati per la sismologia, perchè egli è chiaro che come i

terremoti leggeri ma sensibili sono oltremodo più frequenti dei forti e dei rovinosi, così nella medesima proporzione possiamo ritenere che i terremoti microscopici provenienti dalla doppia causa sopraesposta, debbano avvenire anche assai più frequentemente.

La sismologia adunque per completare i suoi elementi abbisogna di ricerche speciali intorno ai terremoti microscopici. Il solo Palmieri finora, mediante l'Osservatorio Vesuviano ed il sismografo elettro-magnetico di sua invenzione ivi collocato ha potuto osservare ed annunciare di tanto in tanto minimi terremoti locali od agitazioni sismiche vesuviane. Del resto nè in Italia nè fuori di questa negli anni decorsi veruno erasi applicato a siffatte ricerche, e le osservazioni del Palmieri rimanevano isolate e senza opportuni confronti. Il d'Abbadie in Francia pochi anni or sono annunciava aver esso per mezzo di delicatissime esperienze osservato alcune oscillazioni certamente sismiche ed insensibili della crosta terrestre. Contemporaneamente il Bertelli in Italia applicava il microscopio allo studio dei minimi moti del pendolo e raccoglieva memorie sulle indagini fatte dai fisici nostri maggiori sugli spontanei movimenti del medesimo. Dalle quali memorie ed esperienze riunite egli deduceva che quelle oscillazioni pendolari erano l'effetto di terremoti microscopici che perciò appellò moti *microsismici*. A qual punto siano giunti gli studi del Bertelli coll'assiduità delle osservazioni, e come le sue conclusioni sieno state per la massima parte da me verificate con apposite esperienze, non è qui necessario riferire essendo cose note ai sismologi. Basti il ricordare che l'esperienza ha dimostrato essere il pendolo l'istromento più adatto ad osservare le minime vibrazioni del suolo. Quindi dato anche e non concesso che le obbiezioni proposte dal Monte contro le teorie microsismiche del Bertelli giungessero a modificarle, rimarrebbe sempre nell'osservazione microscopica dei pendoli un vasto campo di studio che comprenderebbe indubitatamente i terremoti microscopici.

Ad eseguire tali osservazioni il Bertelli costruì uno speciale istromento che chiamò *Tromometro*, il quale nelle sue parti essenziali consta di un lungo e pesante pendolo perfettamente custodito dal contatto coll'aria mobile e munito di un ago al di sotto, sul quale si dirige il microscopio contenente nell'oculare una scala micrometrica, sulla quale poter calcolare le quantità delle oscillazioni. Cotesto tromometro fu dal Bertelli collocato in opportune condizioni di solidità, nella maggiore prossimità possibile delle rocce vive del suolo e nel maggiore possibile isolamento dalle vibrazioni meccaniche locali del fabbricato. Le buone condizioni ottenute dal Bertelli nel collocamento

dei suoi apparecchi furono da me sorpassate nel ripetere come ho detto gli esperimenti. Imperocchè profittando di speciali commodità apprestatemi dalla mia dimora estiva in Rocca di Papa, ho potuto ripetere le suddette esperienze del Bertelli a molta profondità sotterra e fuori del sospetto dell'influenza di qualsivoglia agente non tellurico. Quindi mi fu facile il pensare di far confronti fra i moti spontanei del pendolo così ben collocato ed i movimenti del medesimo situato in Roma entro l'abitato ed anche al terzo piano della casa ove dimoro abitualmente. Cercate anche qui le condizioni più favorevoli possibili, il confronto fu fatto; e ne risultò che i periodi di oscillazione microscopica erano i medesimi sotterra a Rocca di Papa ed in Roma al terzo piano di un casamento. Tenendo poi dietro viemeglio alle osservazioni, ho potuto avvedermi che i moti locali del fabbricato ed i tremiti cagionati dal passaggio dei carri e dai venti medesimi i più forti, non oltrepassano certi limiti i quali sono generalmente di gran lunga inferiori alle ampiezze d'oscillazione che prende il pendolo nei periodi di movimento spontaneo e naturale. Intanto il Conte Malvasia in Bologna, e il Prof. Guidi in Pesaro ed il Prof. Galli in Velletri incominciarono ad osservare col microscopio i moti del pendolo e confrontate anche queste osservazioni colle mie romane e colle fiorentine del Bertelli, vidi tanto spiccata ed evidente la unità della causa producente i moti pendolari con periodo quasi sempre comune nei citati luoghi, che venni nella deliberazione di proporre al Bertelli di porci d'accordo per dilatare il più possibile il gusto di queste osservazioni, onde avere dal numero di queste, fatte in molti luoghi distanti, il mezzo di studiare il fenomeno sopra un campo più vasto e perciò più luminoso.

L'unità e la comodità del metodo da proporre e la semplicità congiunta colla economia massima degli istrumenti a ciò, érano i mezzi che soli poteano farci raggiungere lo scopo. Con questi intendimenti dopo maturo esame e discussione fra noi, il Bertelli ed io convenimmo nel proporre quanto segue per intavolare le osservazioni predette sopra un piano unico generale che le renda utilmente paragonabili fra loro.

Nel proporre siffatto metodo noi non intendiamo punto di vincolare la libertà ed il genio degli osservatori nel variare le esperienze, ma intendiamo solo di proporre una specie di unità di misura alla quale riferendoci tutti divengano i nostri studi facili e paragonabili fra loro.

Essendo il primo scopo da ottenere la moltiplicità delle osservazioni bisognava cercare il giusto mezzo fra le condizioni più opportune alla collocazione e proporzione dei pendoli e la comodità dell'osservatore. Quindi quan-

tunque sarebbe desiderabile, che tutti i pendoli da osservarsi fossero collocati o sotterra od almeno a pianterreno ed in contatto diretto col suolo; pure essendo evidente che questa condizione è difficilmente praticabile nella pluralità dei casi e sopratutto ne scapiterebbe la facilità di fare spesso le osservazioni, conviene contentarsi di raccomandare il pendolo alle pareti della casa abitata. Si osservi però che nella casa stessa devesi ricercare un punto interno e solido quanto più si può e sarà da rinunciare alle esperienze di questo genere se la infelice collocazione e costruzione dell'edificio lo rendesse soverchiamente soggetto alle vibrazioni ordinarie provenienti dalla via e dall'uso della domestica abitazione. Si troverebbe in ottime condizioni chi potesse collocare sotterra un pendolo da osservare solò raramente e quando le indicazioni del pendolo collocato dentro casa più comodamente indicassero l'opportunità di fare osservazioni più esatte e sicure nell'interno del suolo naturale.

Dopo la scelta del luogo è di massima importanza la scelta del peso e della lunghezza del filo. Egli è chiaro che osservando di ora in ora con lungo e pesante pendolo, è sperabile di non perdere del tutto le sue oscillazioni. Imperocchè in grazia della lunghezza e del peso, una volta posto in movimento esso durerà lungamente nell'oscillazione e perciò l'osservatore diligente giungerà facilmente a sorprenderlo. Il pendolo adoperato dal Bertelli, dal Malvasia e da me ha 3 metri e 30 centimetri di lunghezza e porta una massa pendolare di circa 12 kilogrammi. Un pendolo di tali proporzioni non può facilmente esser collocato nell'interno di un'abitazione; e perciò conveniva ridurre le proporzioni del pendolo da proporre come normale. Dietro il consiglio dell'esperienza abbiamo veduto che la lunghezza di m. 1,50 col peso di 100 gr. è sufficientissima, purchè sia spesso fatta l'osservazione, a sorprendere i principali periodi di movimento. I quali allorchè si manifestano non durano meno di 12 o 20 ore consecutive in circa, con continuo crescere e calare del moto, sicchè è ben difficile osservando più volte al giorno di non avvedersi del periodo che passa. Osservando raramente non sarà facile sorprendere il massimo del movimento nè i movimenti straordinari ed isolati che avvengono anche in periodo di calma perfetta; ma a ciò supplisce la diligenza dell'osservatore, a fomentare la quale si è cercato proporre e raccomandare sopra tutto la comodità del luogo nel quale si colloca l'istrumento da osservare. Ad assicurare poi vieppiù l'identità delle condizioni dell'istromento si sono stabilite le norme seguenti.

1.º Il sostegno del pendolo deve essere affisso ad un muro maestro e giam-

mai ad un solajo o ad un tramezzo qualsiasi. Il detto sostegno sia pure di qualsivoglia materia purchè solida e rigida come il marmo, il vetro, il ferro. Il vetro ed il marmo sarà preferibile come più sicuro contro le variazioni di temperatura. Deve però essere in ogni modo profondamente infitto nel muro e sporgendone pochi centimetri abbia un foro all' estremità dalla quale passi il filo pendolare.

2.º Il filo sia metallico; e può essere facilmente in tutti di identica grossezza, se si adoperi quello che trovasi nel commercio avvolto in rocchetti. Esso deve esser eccessivamente fino ed appena capace di sostenere il peso di 100 gr. (1).

3.º Il peso normale dei 100 gr. può facilmente essere identico in tutti stabilendo di adoperare il pezzo da 100 gr. che si usa legalmente nelle bilance di commercio.

4.º A questo peso si aggiunga di sotto un piccolo ago da cucire lungo circa 4 centimetri il quale deve esser sulla punta mirato dal microscopio.

5.º Dal punto di sospensione alla estremità dell'ago predetto sia la lunghezza complessiva del filo, peso ed ago m. 1,50. Ma poichè ciò non basta ad assicurare la identità scrupolosa del pendolo, sarà diligenza opportuna l'assicurarsi del numero delle oscillazioni che questo pendolo è capace di fare in un minuto primo. La nostra esperienza ci da che un pendolo composto nel modo ora indicato batte 42 pulsazioni in un minuto, e perciò è questo il numero da ottenere nel pendolo normale che proponiamo.

6.º Un tubo di latta o di ferro deve custodire questo pendolo dall'aria e nella parte inferiore esso deve esser chiuso entro un tubo di cristallo di diametro assai piccolo acciò la punta dell'ago possa esser mirata da vicino dal microscopio.

7.º Il microscopio deve contenere nell' oculare una scala micrometrica la cui proporzione deve esser conosciuta dall'osservatore acciò possa sapere quale relazione passa fra l'ampiezza del moto osservato e la vera grandezza del medesimo. Ma perciò che riguarda il microscopio tornerà appresso il discorso nel descrivere l' istromento economico composto sulle basi che andiamo enumerando.

8.º Al disotto del pendolo così conformato deesi collocare una mensola sulla quale poter situare il microscopio almeno secondo quattro delle otto direzioni della rosa dei venti, onde poter vedere osservando quale è il piano della

(1) Di questo genere opportunissimo trovasi dai gallonari col n.º 36.

oscillazione. Egli è chiaro che se il pendolo oscilla da E ad O questa oscillazione non sarà visibile nel microscopio collocato secondo questa stessa direzione, ma soltanto allorquando il microscopio giacerà nella linea N-S. Quindi è necessario poter mirare l'ago sottoposto al pendolo da quattro parti. Non sarà però necessario guardare da N e poi da S perchè in ambedue le posizioni mirasi il medesimo piano E-O. In conseguenza guardando il pendolo da N, NO, O, SO si avrà il medesimo risultato che se si guardasse da S, SE, E, NE.

Questi sono gli estremi stabiliti e mediante i quali ognuno può senza anche l'ajuto di verun meccanico, purchè sia provvisto di un microscopio munito di scala micrometrica, comporre un tromometro e fare osservazioni sufficienti e paragonabili (1). Ma poichè è indispensabile d'esser provvisti di un microscopio e siffatto microscopio può anche essere dei più volgari ed economici, abbiamo immaginato un modo semplicissimo e poco costoso per congiungere il detto microscopio comune con un apparecchio speciale che facilita di molto e rende assai più esatte le osservazioni. Veggasi la fig. 1 nella Tav. VII, la quale rappresenta il progettato tromometro economico. Ivi si vede la parete A dalla quale pende il filo pendolare per mezzo del fulcro B. Questo qualora sia costruito a bella posta per il tromometro può essere adattato in modo speciale all'uopo e munito di una vite per poter comodamente regolare la lunghezza del filo. Il pendolo P (peso da commercio di 100 gr.) in luogo dell' ago sopra descritto porta una piccola asticella terminata in un dischetto nella cui faccia inargentata e volta verso terra è incisa una croce finissima. Questa appendice del peso penetra entro una scattola o custodia di cristallo che contiene un prisma D, il cui officio è di presentare l' immagine del disco in posizione verticale all' obbiettivo del microscopio E. (2). Uno specchio concavo F mobile in ogni verso può raccogliere la luce da qualunque punto si trovi e projettarla sul disco, anche attraverso al prisma diafano. Tutto l'apparecchio sta raccomandato con viti M ad una lastrina N di marmo, la quale può essere fissata nel muro solidissimamente.

(1) Si avverta bene che con questi mezzi si può mirare soltanto ad osservare i periodi di oscillazione e la loro intensità relativa. Chi poi volesse fare osservazioni più delicate tanto sulla direzione dei movimenti che sulle deviazioni della verticale, di cui dopo si terrà parola, dovrebbe munirsi di apparecchi meglio costituiti e collocati sempre nel vergine e solido terreno. Gli istrumenti economici fondati sulle basi ora stabilite potranno giovare per lo studio della verticale dentro limiti però alquanto ristretti ossia con poca precisione, ma non del tutto inutilmente, mentre con un tromometro composto come finora si è detto non sarebbe neppure da tentare uno studio così delicato.

(2) Questa disposizione fu già ideata ed applicata dal P. Bertelli al suo *Tromosismometro*.

Per cotesta disposizione dell'istromento ognuno intende che posto l'occhio al microscopio si vedrà a prima vista quale è il piano dell'oscillazione della croce, senza ricercarlo con ripetute osservazioni e spostamenti del microscopio. La fig. 2.ª rappresenta il micrometro e la croce, ossia ciò che apparisce all' occhio di chi guarda nel microscopio. Questo poi essendo girevole dentro l'anello O che lo tiene connesso alla scattola, potrà dall'osservatore esser girato in guisa da far coincidere la linea della scala micrometrica coll' asse maggiore della oscillazione. Alla estremità della scala micrometrica interna corrisponde esteriormente una freccia od un indice qualunque X (V. fig. 2.ª) il quale collocato che sia il microscopio secondo l' asse predetto della oscillazione, si troverà fermato e rivolto con la punta della freccia verso una delle lettere della rosa dei venti incise sulla fascia Q. Questa fascia è mobile anche essa per essere però fissata nell' atto della collocazione dell' istromento nel modo che verrà poscia indicato. Il suo officio però è chiaro abbastanza: essa trasporta nella posizione verticale la rosa dei venti secondo che apparisce trasportata dal prisma la croce orizzontale incisa sul disco pendente dal peso. Il pregio precipuo di questo istrumento non si limita soltanto alla sollecitudine e facilità dell' osservazione , ma giova ad assicurare la precisione della osservazione medesima. Imperocchè non è raro il caso che la oscillazione del pendolo muti di piano e d'intensità nel frattempo stesso che scorre nel replicare le osservazioni secondo piani diversi (1).

Un' altra costruzione anche più semplice ho io fatto eseguire servendomi dei microscopi predetti volgari di commercio con tutto intiero il loro supporto e per conseguenza con assai maggiore vantaggio economico. Questa seconda foggia di tromometro normale è rappresentata dalla figura 3.ª Il pendolo custodito e sostenuto, come si è detto, sostiene l'ago semplice indicato da principio. La sua custodia C terminante in una porzione affinata di cristallo C′ viene a poggiare nel mezzo del supporto comune R del microscopio. Ma questo supporto è affidato ad una colonna SS′ sulla quale può girare circolarmente. La colonna S sta fissata sopra un disco di pietra T sul quale è incisa la rosa dei venti. L'indice T′ connesso con la porzione S′ della colonna, e che fa corpo perciò col microscopio, addita sulla rosa dei venti la posizione

(1) Il descritto tromometro economico è stato costruito in Firenze già ripetute volte in pochi mesi dal valente meccanico Sig. A. Poggiali, ed il Ch. P. Bertelli, per comodità dei primi che lo richiesero, scrisse una piccola istruzione intorno al collocamento del medesimo. Io stimo opportuno qui riferirla appresso a questa relazione, perchè può esser utilissima a chiunque procacciandosi il predetto tromometro gradisca aver un indirizzo per prontamente e comodamente collocarlo.

nella quale si colloca il microscopio nell'atto della osservazione. Il lume V e lo specchio *a* illuminano direttamente il campo del microscopio, sul quale perciò si disegnerà nettissimamente l'ombra dell'ago pendente del pendolo. È facile intendere come girando il microscopio tenendovi l'occhio, prestamente potrà l'osservatore fermarsi sul punto ove vede l'oscillazione di maggiore ampiezza, con che avrà trovato il piano della oscillazione medesima; il cui rombo sarà contemporaneamente additato dall'indice T' sulla rosa incisa nel disco di pietra T.

Volendo rendere più pregevole e perfetto questo medesimo tromometro si può costruire la colonna C vuota nell'interno, come dimostra la figura. In questo vuoto allora potrà esser contenuta senza contatto veruno con le pareti interne della colonna SS', un asta di vetro V infissa direttamente nella base di pietra T. Cotesta nuova colonnina V potrà portare un ago verticale la cui punta fissa dovrà trovarsi a piombo e coincidente con la punta d'ago pendente dal pendolo. Quando questa combinazione sia solidamente costruita servirà abbastanza anche a valutare gli spostamenti del pendolo della sua verticale ordinaria ed apprezzare così un altro ordine di fenomeni di interesse tutto speciale quantunque le indagini, delle quali ci occupiamo in queste proposte, non si diriggono a siffatta ricerca (1).

Dopo descritti gli apparecchi tromometrici devesi aggiungere qualche norma relativa anche al sistema di registrazione delle osservazioni. Egli è chiaro che in ciascun micrometro, qualunque ne sia la proporzione, l'unità sarà data dallo spazio che intercorre fra due linee. Le quali essendo d'ordinario assai ravvicinate fra loro basterà poi dividerle ad occhio in quarti per valutare le frazioni delle medesime. Volendo però esser più diligente si potranno pure ad occhio valutare le frazioni in decimi. Ciò poco monta perchè le frazioni dell'unità micrometrica formano poi nella serie delle osservazioni quantità così piccole, che può essere indifferente il valutarle in decimi od in quarti. Ma secondando l'odierno costume nell'esprimere valori di questo genere, sarà bene adottare il sistema di registrare non il valore assoluto ma l'angolare delle oscillazioni osservate nel pendolo. Ogni osservatore conoscendo il rapporto fra la propria scala micrometrica ed il vero, essendo data la lunghezza del pendolo a m. 1,50 potrà fornirsi di una tavola di riduzione dei valori assoluti letti sul micrometro nei corrispondenti valori angolari. A facilitare

(1) Questa seconda forma di tromometro economico è stata pure costruita dal Poggiali e nella sua forma piu completa cioè con l'ago fisso verticale viene a costare circa la metà dell'altra forma prima descritta.

anche in questo pŭnto le osservazioni il ch. P. Bertelli, supponendo che la massima parte degli osservatori vorrà munirsi degli istrumenti economici od almeno dei microscopi comuni di commercio, ha composto la tavola di riduzione sapendo che d'ordinario la scala micrometrica divisa in $\frac{1}{10}$ di mill. applicata a quegli ingrandimenti corrisponde poi verso il vero al 35mo di millimetro per ogni spazio. Basterà dunque verificare se la scala micrometrica del microscopio ricevuto corrisponda al 35mo per servirsi tranquillamente della seguente tavola fatta dal Bertelli per registrare le osservazioni.

Ma poichè è assai utile aver un mezzo per vedere a colpo d'occhio graficamente l'andamento dei periodi di quiete e di moto del pendolo, e questi nei soli numeri sono di difficile ed incomoda lettura, è bene congiungere una convenzionale registrazione grafica colla numerazione. Quindi proponiamo di usare nel registro quattro divisioni in colonna per ciascun giorno. La prima sia dedicata a contenere le ore della osservazione, la seconda il rombo che rappresenta il piano della oscillazione, la terza il valore in cifra della osservazione corrispondente, la quarta il medesimo valore spiegato in lineole e punti. Adoperando per questo registro una carta quadrettata, la numerazione delle lineole riescirà facilissima ed esattissima. Le lineole rappresenteranno gli interi ossia le unità degli spazi, i punti poi le frazioni divise in quarti. L'insieme di questo sistema grafico rappresenterà all'occhio una vera curva delle osservazioni microscopiche, ossia dei periodi di calma e di agitazione del pendolo. Il seguente schema spiegherà la proposta relativa alla registrazione assai meglio delle parole.

<table>
<tr><th>Ore in t. m. di Roma</th><th>Direzione del movimento</th><th>Valore angolare dell'oscill.</th><th>Rappresentazione grafica dell'oscillazione</th></tr>
<tr><td>9.00 a.</td><td>NO–SE</td><td>3.9</td><td>...|...|...|...</td></tr>
<tr><td>12.00 m.</td><td>N–S</td><td>10.8</td><td>...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...</td></tr>
<tr><td>1.00 p.</td><td>SO–NE</td><td>4.9</td><td>...|...|...|...|...</td></tr>
<tr><td>2.30 p.</td><td>OSO–ENE</td><td>2.0</td><td>...|...|</td></tr>
<tr><td>5.45 p.</td><td>E–O</td><td>6,9</td><td>...|...|...|...|...|...|...</td></tr>
<tr><td>6.10 p.</td><td>SSO–NNE</td><td>2,9</td><td>...|...|...</td></tr>
</table>

N. B. I valori angolari in cifra sono dati dalla tavola del Bertelli in interi ed in decimi per le frazioni. Ma nel ridurle al sistema grafico è bene contentarsi dei soli quarti nelle frazioni. Perciò si noterà il quarto più vicino in meno al numero dei decimi che porta la frazione. Così per esempio 2,9 nel quadro grafico vien 2 e tre quarti ossia ...|...|...

Forse sarebbe anche comodo che nel fare la registrazione si mettesse il valore assoluto e poi appresso il valore angolare.

TAVOLE DI RIDUZIONE DELLE AMPIEZZE ASSOLUTE IN VALORE ANGOLARE NEL TROMOMETRO NORMALE DI 1m50. ED AVVERTENZE PER LA COLLOCAZIONE DEL TROMOMETRO NORMALE COMPILATE DAL P. T. BERTELLI.

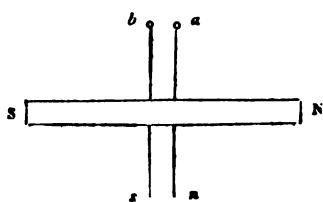
TAVOLA I. COI VALORI ASSOLUTI IN INTERI E QUARTI				TAVOLA II. COI VALORI ASSOLUTI IN INTERI E DECIMI									
v. ass.	v. ang.	v. ass.	v. ang.	v. ass.	v. ang.	v. ass.	v. ang.	v. ass.	v. ang.	v. ass.	v. ang.	v. ass.	v. ang.
0·0	0''0	10·0	39''3	0·0	0''·0	4·0	15''7	8·0	31''4	12·0	47'' 1	16·0	1'. 2''.9
1	1·0	1	40·3	1	0· 4	1	16·1	1	31·8	1	47· 5	1	» 3· 3
2	2·0	2	41·3	2	0· 8	2	16·5	2	32·2	2	47· 9	2	» 3· 6
3	2·9	3	42·2	3	1· 2	3	16·9	3	32·6	3	48· 3	3	» 4· 0
1·0	3·9	11·0	43·2	4	1· 6	4	17·3	4	33·0	4	48 7	4	» 4· 4
1	4·9	1	44·2	5	2· 0	5	17·7	5	33·4	5	49· 1	5	» 4· 8
2	5·9	2	45·2	6	2· 4	6	18·1	6	33·8	6	49· 5	6	» 5· 2
3	6·9	3	46·2	7	2· 8	7	18·5	7	34·2	7	49· 9	7	» 5· 6
2·0	7·9	12·0	47·1	8	3· 1	8	18·9	8	34·6	8	50· 3	8	» 6· 0
·1	8·8	1	48·1	9	3· 5	9	19·2	9	35·0	9	50· 7	9	» 6· 4
2	9·8	2	49·1	1·0	3· 9	5·0	19·6	9·0	35·4	13·0	51· 1	17·0	» 6· 8
3	10·8	3	50·1	1	4· 3	1	20·0	1	35·8	1	51· 5	1	» 7· 2
3·0	11·8	13·0	51·1	2	4· 7	2	20·4	2	36·1	2	51· 9	2	» 7· 6
1	12·8	1	52·1	3	5· 1	3	20·8	3	36·5	3	52· 3	3	» 8· 0
2	13·8	2	53·0	4	5· 5	4	21·2	4	36·9	4	52· 7	4	» 8· 4
3	14·7	3	54·0	5	5· 9	5	21·6	5	37·3	5	53· 0	5	» 8· 8
4·0	15·7	14·0	55·0	6	6· 3	6	22·0	6	37·7	6	53· 4	6	» 9· 2
1	16·7	1	56·0	7	6· 7	7	22·4	7	38·1	7	53· 8	7	» 9· 6
2	17·7	2	57·0	8	7· 1	8	22·8	8	38·5	8	54· 2	8	» 9· 9
3	18·7	3	58·0	9	7· 5	9	23·2	9	38·9	9	54· 6	9	» 10· 4
5·0	19·6	15·0	58·9	2·0	7· 9	6·0	23·6	10·0	39·3	14·0	55· 0	18·0	» 10· 7
1	20·6	1	59·9	1	8· 2	1	24·0	1	39·7	1	55· 4	1	» 11· 1
2	21·6	2	1' ·0·9	2	8· 6	2	24·3	2	40·1	2	55· 8	2	» 11· 5
3	22·6	3	» 1·9	3	9· 0	3	24·7	3	40·5	3	56· 2	3	» 11· 9
6·0	23·6	16·0	» 2·9	4	9· 4	4	25·1	4	40·9	4	56· 6	4	» 12· 3
·1	24·6	1	» 3·8	5	9· 8	5	25·5	5	41·3	5	57· 0	5	» 12· 7
2	25·5	2	» 4·8	6	10· 2	6	25·9	6	41·7	6	57· 4	6	» 13· 1
3	26·5	3	» 5·8	7	10· 6	7	26·3	7	42·0	7	57· 8	7	» 13· 5
7·0	·27·5	17·0	» 6·8	8	11· 0	8	26·7	8	42·4	8	58· 1	8	» 13· 8
1	28·5	1	» 7·8	9	11· 4	9	27·1	9	42·8	9	58· 5	9	» 14· 2
2	29·5	2	» 8·8	3·0	11· 8	7·0	27·5	11·0	43·2	15·0	58· 9	19·0	» 14· 7
3	30·4	3	» 9·7	1	12· 2	1	27·9	1	43·6	1	59· 3	1	» 15· 1
8·0	31·4	18·0	» 10·7	2	12· 6	2	28·3	2	44·0	2	59· 7	2	» 15· 5
1	32·4	1	» 11·7	3	13· 0	3	28·7	3	44·4	3	1'. 0''.1	3	» 15· 9
2	33·4	2	» 12·7	4	13· 4	4	29·1	4	44·8	4	» 0· 5	4	» 16· 3
3	34·4	3	» 13·7	5	13· 7	5	29·5	5	45·2	5	» 0· 9	5	» 16· 7
9·0	35·4	19·0	» 14·7	6	14· 1	6	29·9	6	45·6	6	» 1· 5	6	» 17· 1
1	36·3	1	» 15·6	7	14· 5	7	30·2	7	46·0	7	» 1· 7	7	» 17· 5
2	37·3	2	» 16·6	8	14· 9	8	30·6	8	46·5	8	» 2· 1	8	» 17· 8
3	38·3	3	» 17·6	9	15· 3	9	31·0	9	46·7	9	» 2· 5	9	» 18· 2
		20·0	» 18·6									20·0	» 18· 6

1. È bene che l'osservazione si possa fare comodamente stando seduti, e perciò con tale avvertenza si determina il posto ove collocare il microscopio, segnando ivi una traccia lineare nel muro.

2. A partire da questa linea si computa $1^m.50$, al disopra, ed ivi si fissa al muro il braccio di sospensione del pendolo che si farà sporgere dal muro, quanto occorre, perchè l'asticciuola che è sotto il pendolo passi presso a poco centralmente al foro della scatoletta del microscopio. Il detto braccio se si costruisce a bella posta, avendo la parte esteriore scorrevole, si potrà poi terminare di sistemarlo con maggior precisione dopo collocato il microscopio.

3. Si fa passare il filo di sospensione per il foro conico, che è all'estremità del braccio di sospensione, e se ne raccomanda il capo libero alla viterella che è a fianco del detto foro, in modo che il dischetto d'argento, che è sotto il pendolo, riesca a m. 1,50 dal punto di sospensione.

4. Ciò fatto, a circa 10 millimetri più in basso (per microscopi di commercio normali) al disotto del dischetto inargentato deve corrispondere il centro del dado di marmo del microscopio, cioè il prisma. Quivi si fissa la superficie del marmo in posizione esattamente verticale, ed in modo che il tubo di custodia del filo di sospensione corrisponda all'incavo circolare della cassettina del microscopio.

5. Prima di mettere a posto il tubo di custodia conviene orientare la rosa de'venti segnata colle lettere dei rombi sulla faccia anulare mobile del microscopio presso la scatoletta. A tal fine si opera così: con una bussola posta presso l'istrumento già fissato, si prende la linea meridiana (tenuto conto della declinazione magnetica) e si segna la linea NS, con un lapis o altrimenti, su quella superficie della scatoletta dove è il foro, e in modo che questa linea passi circa pel centro del foro stesso. Poi si prende un'asticciuola di legno, come sarebbe

uno stecchino di zolfanello, ed in questo si infiggono due spilli vicini *bs. an*, i quali penetrando nel foro della cassettina possono rendersi visibili nel campo del microscopio similmente al disco del pendolo. Posato lo stecchino sulla linea meridiana NS vi si troveranno anche i spilloni visibili nel microscopio ossia le loro punte *s n*. Così guardando si volge il tubo oculare del medesimo sinchè le punte degli spilloni si veggono giacere nel piano stesso della graduazione del micrometro. Ora per cagione del rovesciamento delle imagini prodotto dal microscopio il punto che è realmente a destra, comparirà a sinistra e viceversa. Perciò il tubo della rosa dei venti si volgerà in modo che sotto l'indice

esterno dell' oculare corrisponda la lettera opposta al vero rombo cioè la lettera S, dove l'indice esterno *X* realmente giace alla parte di Nord.

7. Perchè si mantenga poi costante l'orientazione dei punti cardinali così fissati, comunque si ruoti il tubo oculare, si abbia l'avvertenza che le linee sporgenti della graduazione, appariscano sempre o in alto o a destra o a sinistra (non mai in basso) rispetto all'osservatore che guarda il microscopio.

8. La linea media, che è la più lunga di tutte nella graduazione, serve come linea di fiducia per giudicare dello spostamento dalla verticale. A fine di far coincidere questa linea col centro del crocicchio che è inciso sul dischetto d'argento, si allentano all'occorrenza le 4 viti, le quali stringono la base circolare d'ottone contro il dado di marmo. Sotto le viti vi è appunto per ciò un'alloggio sufficiente per eseguire questa rettificazione e trasportare la scatoletta alquanto più a destra ovvero a sinistra.

9. L'indice che ho detto sopra serve non solo a segnare il rombo del vento verso il quale il pendolo si dirige o il piano nel quale esso più ampiamente oscilla, ma serve ancora di *ferma* al tubo oculare stesso del microscopio; acciocchè, trovato che sia una volta il punto della visione distinta, questo si mantenga anche nell'atto che si ruota circolarmente il tubo stesso. Inoltre il medesimo indice, come *ferma*, serve ancora ad impedire che la lente oggettiva del microscopio possa venire giammai ad urtare contro il prisma.

10. Affinchè poi il medesimo prisma non venga smosso neppure dal pendolo in caso di rottura del filo di sospensione, è bene mettere un filo metallico piegato sopra se stesso a forma di forcella colle branche discoste fra loro un'po meno del diametro del peso cilindrico del pendolo e distanti dall'asticciuola che è sotto il medesimo in modo da lasciarne affatto libera l'oscillazione. Si può però volendo nel costruire l'istrumento ovviare a questo pericolo mediante apposito congegno.

11. Lo specchietto d' illuminazione va regolato una volta per sempre in modo che l'inclinazione sua serva egualmente per la luce naturale o artificiale: la migliore posizione del medesimo sarebbe sotto la scattola dalla parte opposta al pendolo. Per il lume serve bene una lanterna a riverbero o a lente la quale si posa costantemente sopra un'appoggio fissato al muro nella posizione che una volta si è trovata migliore.

12. È bene che anche la distanza focale del microscopio si regoli essa pure, una volta per sempre, rispetto alla vista dell'osservatore più ordinario dell'istrumento: per gli altri si può usare all'occorrenza una lente a mano da miope o presbite.

Nel mettere il filo di rame bisogna avvertire che esso non prenda delle pieghe false, altrimenti ivi si rompe con facilità: inoltre siccome dapprima esso si allunga da sè lentamente, così per un po'di tempo bisogna seguitare a regolarne la lunghezza girando la viterella posta nel braccio di sospensione, sulla quale il filo annodato si annaspa al girare della medesima.

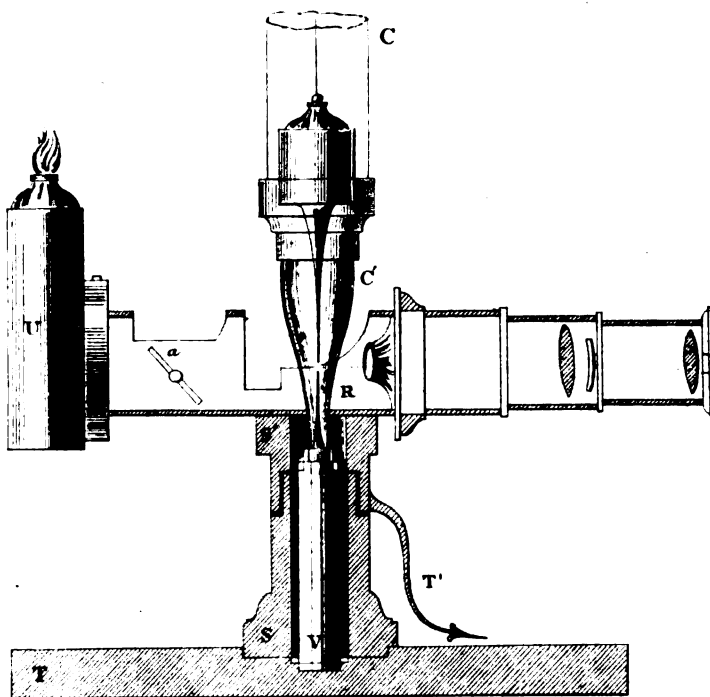
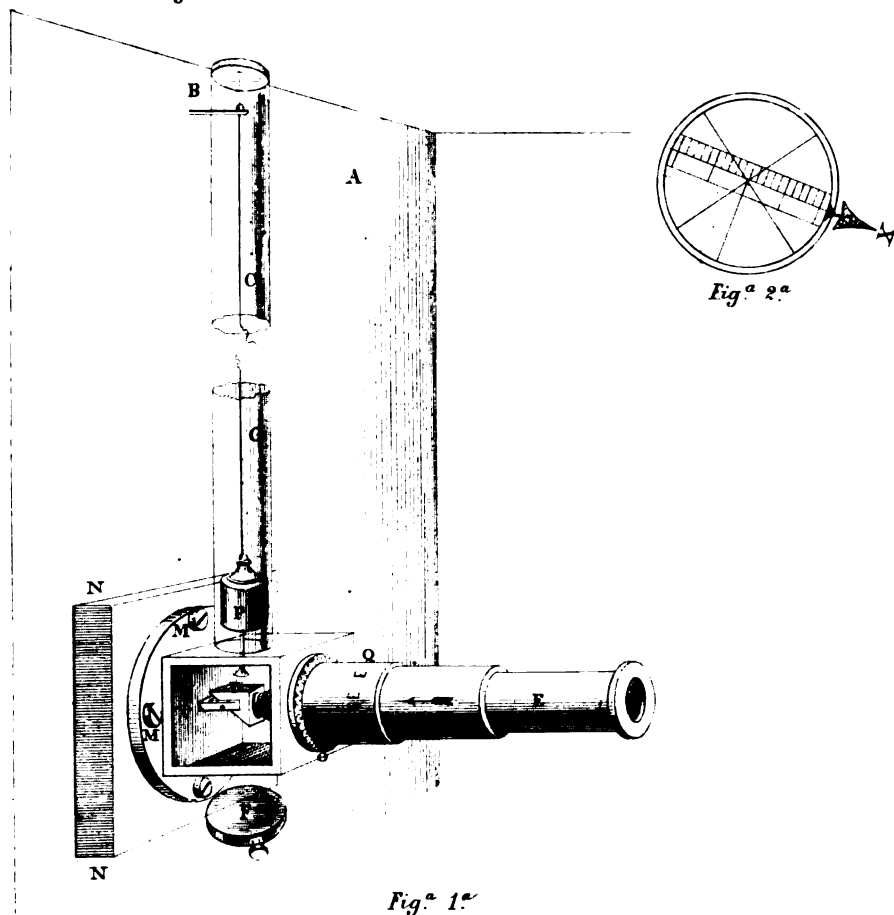
Quegli osservatorii i quali desiderassero il Tromometro normale più semplice, cioè col microscopio girevole e senza prisma, lo possono avere dal medesimo meccanico a circa la metà del prezzo. Chi poi amasse di fare adottare ad uso di Tromometro a prisma un microscopio migliore lo può spedire allo stesso meccanico Angiolo Poggiali, Firenze, Via S. Sebastiano n.° 3. È però necessario in tal caso che la distanza focale del microscopio non sia minore di 12 millimetri, e che il tubo oculare si presti pel micrometro in modo che questo si possa collocare al fuoco delle lenti oculari e che le sue divisioni in decimi di millimetroappariscano amplificate come millimetri interi.

SOCI PRESENTI A QUESTA SESSIONE

R. P. Angelo Secchi Presidente – Prof. Mattia Azzarelli – Conte Ab. Francesco Castracane degli Antelminelli – P. Francesco Provenzali – Principe D. Baldassarre Boncompagni – Commendatore Alessandro Cialdi – Prof. Michele Stefano De Rossi – Prof. Vincenzo Diorio.

L'Accademia riunitasi alle ore 5 $\frac{1}{2}$ pomeridiane, si sciolse alle ore 7 $\frac{1}{2}$.

OPERE VENUTE IN DONO

1. *Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti dal Novembre* 1874 *all'Ottobre* 1875 — Tomo Primo, Serie Quinta — *Dispensa Quarta*, *Quinta e Sesta* — Venezia Presso la Segreteria dell'Istituto nel Palazzo Ducale. Tip. Grimaldo e C. 1874—75. In 8°
2. *Bullettino del Vulcanismo Italiano Periodico geologico ed archeologico per l'osservazione e la storia dei fenomeni endogeni nel suolo d'Italia redatto dal Cav. Prof. Michele Stefano De Rossi* — Anno II. Fascicolo IV e V. — Aprile e Maggio 1875. Roma Tipografia della Pace Piazza della Pace N. 35. 1875. In 8°

TROMOMETRI ECONOMICI

Roma Lit. Spithöver

ATTI
DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA
DE'NUOVI LINCEI

SESSIONE VII[a] DEL 20 GIUGNO 1875

PRESIDENZA DEL P. ANGELO SECCHI

MEMORIE E COMUNICAZIONI
DEI SOCI ORDINARI E DEI CORRISPONDENTI.

ISTRUZIONI DATE ALLA SPEDIZIONE INGLESE PARTITA PER LE REGIONI ARTICHE

COMUNICAZIONE

DI MONSIGNOR FRANCESCO NARDI

Ebbi altra volta l'onore di trattenervi sulla spedizione inglese partita recentemente per le regioni polari artiche, esponendovi brevemente quelle minute previdenze, che meglio poteano usarsi per non fallire lo scopo. Ora tollerate che vi dia un rapido cenno delle istruzioni che l'Ammiragliato, la Società reale geografica, e le altre Società scientifiche inglesi, diedero ai valorosi membri della spedizione, e i problemi sui quali essi furono invitati a rivolgere i loro studii. Dalle varie pubblicazioni, delle quali potei aver conoscenza, trassi ciò che mi parve più degno di nota.

Si raccomandò innanzi tutto ai naviganti che l'ansietà di raggiungere il polo non facesse loro dimenticare le ricerche scientifiche di ogni specie. « Correre al polo, e ritornarne senz'altro, dicono le istruzioni, potrebbe es- » sere buon titolo per ottenere applausi popolari, ma non gioverebbe gran » fatto alla scienza ». Onde gl'illustri autori di quelle informazioni, che

sono certo gli uomini più competenti che abbia l'Inghilterra, raccomandano al comandante Nares, e agli officiali, la massima diligenza nell'esame degli stromenti barometrici, termometrici, magnetici, e nell'esplorazione del cielo, del mare, delle coste, esaminandoli sotto tutti i riguardi. Hanno a bordo uomini versati in ogni ramo della fisica e storia naturale; solo la geologia non ha uomo speciale, ma parecchi intelligenti. La via, come già è noto, deve essere la Baia di Baffin, lo stretto di Smith, quello di Kennedy ecc. Navigheranno tra il 20° e il 90° long. Ovest da Greenwich. La prima nave, l'*Alert*, deve avanzarsi sinchè potrà verso il polo, e dove sia costretta a fermarsi, si gioverà delle slitte. La seconda, la *Discovery*, deve svernare intorno all'82° lat. Studieranno sotto ogni rapporto l'area polare. Appena ricomparirà il sole sull'estremo orizzonte meridionale tenteranno di sciogliere, o almeno di studiare molti importanti problemi riguardanti quell'astro, che a quelle latitudini rimane per molto tempo vicino all'orizzonte. Il prof. Stokes esorta soprattutto i naviganti ad osservare accuratamente le linee o fascie, che si scorgono nello spettro solare, le quali, quando il sole è alto, o non si possono più investigare, o appariscono troppo vicine le une alle altre. « Per giovare gli osservatori, dice il Professore, demmo loro le tavole di Brewster, Argstroem, e Hennessy. Le ricerche più recenti, continua Stokes, mostrano che una gran parte di quelle linee sono dovute ai vapori acquei galleggianti nell'atmosfera; ma v'è pure chi vuole attribuirle ad altri elementi atmosferici, elementi troppo minuti per potersi analizzare da noi colla chimica. Siccome il gran freddo delle regioni artiche farà si che la quantità d'acqua contenuta in istato vaporoso nell'atmosfera sia comparativamente assai piccola, così ivi riuscirà più facile scorgere gli altri elementi nel lungo periodo durante il quale il sole rimarrà vicino all'orizzonte. Vedrassi, continua egli, se per avventura quelle fascie o linee devano invece attribuirsi o in parte, o in tutto ad altra causa. C'è tra noi chi è ben più competente su quest'argomento; però mi prendo la libertà di osservare che dalle molte spedizioni polari da me studiate, vidi che l'atmosfera è anche colà assai spesso annebbiata da vapori, che accompagnano le stesse persone degli osservatori, e la loro respirazione. Kane rassomiglia quei vapori gelati a spille pungenti, e siccome al ricomparire del sole sull'orizzonte polare ha luogo precisamente il massimo freddo, così è pure allora che il fenomeno sarà più fastidioso ad osservarsi, e maggiore il danno che ne verrà alle osservazioni.

Due ecclissi solari avranno luogo per l'area polare nel 1876 e 77, e ne vennero dati ai naviganti i calcoli relativi. La luna rimarrà lungamente sul-

l'orizzonte nel tempo in cui mancherà il sole. Essa nel Decembre prossimo pel grado 82° Nord, dove svernerà, o a dir meglio si propone di svernare, la *Discovery*, rimarrà sull'orizzonte per 10 interi giorni, se giorni si possono dire quelli dove non è sole. Leverassi il dì 8 Dicembre per non tramontare che il 18. Questo lungo soggiorno della luna sull'orizzonte, oltre al benefizio della luce, darà quello dell'occultazione dietro di essa di molte stelle visibili a 82° Nord, e 60° Ovest, da Settembre 1875 a Marzo 1877. Il sig. Hind Sopraintendente dell'Almanacco nautico (*Nautical Almanach*) fornì ai naviganti una lista di queste stelle, insieme con un metodo facile di computo. Questa lista, e le conseguenti osservazioni, daranno alla spedizione il mezzo di determinare la longitudine, cosa assai difficile presso al polo di rotazione dell'asse terrestre, e insieme le indicherà la via pel ritorno, che non saprebbe trovarsi per altro modo. Le solite osservazioni sul nascere, culminare e tramontare delle stelle in quell' estreme latitudini poco o nulla gioverebbero, poichè, come notano gli astronomi, « al polo le stelle nè sorgono, nè cul» minano, nè tramontano, e il tempo, nel nostro senso, non esiste. » Meglio avrebbero detto che non esistono misure del tempo. Il moto di rotazione al polo non avendo meridiano distinguibile dagli altri, quanto colà si scorge nel cielo è tutto come se fosse al Sud dell'osservatore.

L'attenzione dei viaggiatori è poi affatto particolarmente chiamata a occuparsi del magnetismo terrestre. Tutti sanno quali gravissime difficoltà presenti ancora questo ramo delle scienze fisiche, e chi ripensi come il commercio del mondo dipenda dall'uso della bussola, intenderà facilmente quanta sia l'importanza d'ogni passo che giovi a meglio conoscere la vera teoria del magnetismo terrestre. Quell'estremo settentrione fornirà una preziosa occasione per sciogliere molti problemi.

Il polo magnetico boreale, come tutti sanno, venne trovato da Giovanni Ross sulla Costa occidentale della Boothia Felix al 70° 5′ lat., 96° 47′ long. occ. Greenw. Ma ben più oltre a quel parallelo devono andare i nostri navigatori, i quali già arrivati che saranno allo Stretto di Smith (*Smith's Sound*), che è l'estremità settentrionale della Baia di Baffin, non avranno più l'ago magnetico a Nord, ma a Sud-Ovest, onde il Nord astronomico sarà per essi a Sud–Est.

Per aiutare i naviganti il Professore Adams, ed il Capitano Evans idrografo dell'Ammiragliato, tracciarono delle carte, che diremo magnetografiche, indicanti la distribuzione del magnetismo terrestre; carte invero provvisorie e conghietturali, delineate sulle cognizioni avute sinora, e sugli studii di Gauss,

Sabine ed altri. La più importante di queste carte magnetografiche è quella che mostra le linee di eguale *declinazione* tra il polo Nord terrestre e il polo Nord magnetico. Essa comprende la Greenlandia, la Baia di Baffin, e lo Stretto di Davis. Il tratto fra l'80° di lat. e il polo terrestre è tutto coperto di freccie, che indicano la direzione del meridiano magnetico, e veramente in quel tratto la posizione dell'ago presenta dei fatti singolarissimi. Per darne un esempio supponiamo, che la spedizione fosse così fortunata, da raggiungere l'85° lat., 300° long., o 60° long. occ. da Greenw., e colà giunta volesse dirigersi verso Oriente, tenendosi sul parallelo 85°. Alla partenza la bussola indicherebbe il polo all'Est; ma 40 gradi più in là (che è breve tratto a quelle latitudini) l'ago si volgerà a Nord-Est. Più oltre a 40° Est da Greenw., i due meridiani, l'astronomico ed il magnetico, coinciderebbero, e l'ago si volgerebbe esattamente verso Nord. A 180° il polo sarebbe indicato a Ovest, a 240° a Sud. Per determinare questa *declinazione* nelle varie stazioni, i naviganti sono forniti di strumenti squisiti, e di egregii circoli e compassi azzimuttali. Di questi ve ne sono anche in dimensioni assai ristrette, affinchè possano usarsi nei viaggi colle slitte.

L'*inclinazione* magnetica è notata anch'essa su quelle carte con somma cura. La massima *inclinazione*, di 90°, è naturalmente al polo magnetico; la più vicina, quella di 85°, è indicata da una linea, che partendo da Cumberland-Sound passa per la Baia di Baffin, e lo Smith-Sound, volgendo quindi a sinistra del polo terrestre. La *inclinazione* di 80° va da un punto al Sud di Spitzberga a un altro sulla costa di Greenlandia un po' all'Ovest del Capo Farewel.

Una terza carta dà le linee di eguale forza o *intensità* magnetica orizzontale. La spedizione, oltre ad osservare la declinazione ogni giorno dalle 6 alle 9 ant., e dalle 4 alle 6 pom., determinerà altresì una volta al mese l'*intensità* assoluta orizzontale, evitando i giorni di straordinarie perturbazioni magnetiche. Questi giorni devono essere osservati a parte, e soprattutto lo saranno durante quelle magnifiche tempeste magnetiche, che sogliono dirsi aurore boreali, e meglio direbbonsi polari, perchè comuni ai due poli. Queste burrasche magnetiche, frequentissime, e quasi quotidiane a quelle latitudini, vorranno essere osservate non solo nei rapporti magnetici, ma soprattutto negli spettroscopici, come fece ottimamente la spedizione austro-ungherese. Si è dallo studio di questi spettri nelle loro diverse fasi, che il Professore Stokes aspetta delle preziose indicazioni, che possano sciogliere il problema di un fenomeno così noto, e pur tuttora così incerto nelle sue origini

e cause. È inutile aggiungere che i naviganti sono forniti di perfetti stromenti fotografici, ottici e chimici.

Le istruzioni meteorologiche sono anch' esse copiose, ed è raccomandato ai naviganti una continua osservazione degli istromenti relativi a fin di compiere e correggere quelle mappe meteorologiche quotidiane, che ora stanno costruendosi in Europa. Molte tempeste, che invadono l'estremo Nord d'Europa, sono collegate coll' area di depressione barometrica polare, e le loro origini stanno dentro il circolo artico. Preziose, ma assai incomplete e defettive sono le indicazioni dateci sinora dai balenieri, che frequentano i mari di Spitzberga e Greenlandia.

Riguardo ai movimenti delle acque marine, e soprattutto alle maree, le istruzioni vennero date dal sig. Haughton. Secondo lui l' onda della marea entra nel circolo polare da tre parti: dallo Stretto di Behring, da quello di Davis, dal mare di Greenlandia e di Barentz. Raccomanda il prof. Haughton che al tempo del solstizio e dell'equinozio si facciano osservazioni d'ora in ora, notando esattamente il momento dell'alta e della bassa marea, distinguendo esattamente le maree diurne dalle semidiurne.

Le indicazioni che riguardano la luce e la sua polarizzazione vennero somministrate dal sig. Spottiswood, e dal professore Tyndall, al quale devonsi altresì quelle che riguardano i ghiacci. I problemi che il Tyndall amerebbe studiati intorno ai ghiacciai si riferiscono al passaggio del calore attraverso di essi, alla formazione dei ghiacciai, e ad investigare se la caduta in mare di massi ghiacciati, che formano i ghiacci galleggianti (*icebergs*) devasi alla corrosione operata dalle acque al di sotto dei ghiacciai terrestri, o semplicemente al loro peso naturale. Raccomanda inoltre Tyndall che si studi la formazione delle *morene*, cioè degli ammassi di pietre e ghiaia trasportati dai ghiacciai, e dai ghiacci galleggianti; che si osservino le condizioni geologiche delle roccie e dei monti, dove si formano i ghiacciai, e le vene del ghiaccio dov' essi terminano, quindi il vario colore del ghiaccio, e quello del cielo sovrastante. Vorrebbe altresì che si ricercasse la presenza, o l'assenza dei germi vegetali nell'aria artica, e si facessero esperienze acustiche, per determinare la velocità delle onde sonore in piena aria, giovandosi del suono di varii istromenti, e dei colpi di cannone, e studiando gli effetti dell'eco.

L'esame del pendolo è altamente raccomandato ai naviganti per avere dei dati sicuri sulla figura della terra, e il suo schiacciamento ai poli. Suggeriscono però che gli studii si facciano lungo un solo parallelo di alte latitudini. Il pendolo non può essere dato alla prima nave, l' *Alert*, perchè

destinata principalmente alla scoperta, e quindi al movimento, e più esposta a improvvise e fortissime scosse. Invece la seconda, che dee svernare all'82°, avrà la quiete necessaria a riscontrare quelle delicatissime osservazioni, e vedere se realmente si verifichi che il pendolo a secondi abbia al polo 996,19 millimetri, mentre a 45° lat. ne ha 993,52, e all'equatore 991,03.

Riguardo alla mineralogia, geologia e storia naturale, la spedizione è fornita di copiose istruzioni. Il Dottor Hooker raccomanda si osservino alcuni generi di piante artiche, e soprattutto i generi *draba*, *saxifraga* e *salix*; vuole che se ne raccolga accuratamente il polline delle varie specie, e si osservi se è trasportato da fiore a fiore dal vento o da insetti. I naturalisti della spedizione avranno eccellenti opportunità per vedere sino a qual punto le sementi ritengano la loro vitalità, anche sotto l'azione del freddo più intenso. Venne dato ai naviganti un certo numero di sementi di diverse specie, affinchè l'espongano a quelle bassissime temperature, per poi confrontarle con sementi in altre condizioni e notarne la differenza nella germinazione. Sarà un punto di grande interesse nella fisiologia vegetale.

Il professore Huxley richiamò l'attenzione dei navigatori sulla fauna e flora polare, e massime sulla marittima e microscopica, paragonando quella alla superficie con quella del fondo. Raccomanda si osservino con somma cura gl'idroidi e i polizoi, fornendo alle navi reti finissime, e adatte a raccogliere quegli esseri minutissimi. Vuole che soprattutto si cerchino colà, dove il ghiaccio è per breve tratto aperto, poichè le varie forme oceaniche attratte ivi dall'aria e dalla luce vi si raccolgono più copiose. Amerebbe soprattutto che si trovasse il modo di conservare le meduse idroidi, e preservarne le vaghissime forme anche dopo la morte. L'attenzione dei naviganti è altresì chiamata a studiare il fenomeno della fosforescenza del mare in quanto è dovuta ad organismi viventi.

Il Dottor Günther diede una lista e una breve descrizione dei mammali, che possono incontrarsi colà, e raccomanda lo studio dell'orso polare, del bove moscato, delle volpi, dei lemmi, e d'alcuna specie di lupi. Vorrebbe che si accertasse meglio la esistenza delle donnole e delle faine, che sinora non si sono incontrate in Greenlandia. Con particolare attenzione gli invita a studiare i vitelli marini, dei quali sulle coste della Greenlandia se ne incontrarono sinora 6 specie. Studiino quanto si riferisce alla vita di quegli animali, alla loro propagazione, alle migrazioni e alle varietà, confermando o corregendo le precedenti osservazioni. Si faccia diligente raccolta delle pelli e dei cranii; dove notano come la grande difficoltà di fissare le varie specie sia dovuta alla trascuratezza con cui procedettero sinora i raccoglitori.

Il professore Flower aggiunse una concisa descrizione della figura di tutte le specie di cetacei, trovate sinora sulle acque artiche.

Riguardo alla geologia, benchè, come dicemmo, non vi sia nessuno a bordo, che in modo speciale la rappresenti, pure la si raccomandò a tutti i conoscitori. Il sig. Judd vorrebbe si esaminasse se per avventura presso il polo Nord vi fossero vulcani, come se n'è trovato uno formidabile presso il polo Sud, il celebre Erebus; e i signori Maskelyne e Roscoe raccomandarono che si raccolgano minerali, meteoriti, od anche polvere meteorica.

È questo un brevissimo sunto delle copiose istruzioni proposte. Possano esse trovare un adeguato scioglimento! Certo quanto l'umana sapienza potè inventare e predisporre fu tutto messo in opera, e noi di cuore desideriamo che se non in ogni cosa, che sarebbe temerità lo sperarlo, almeno in parte i nobili desiderii della nazione britannica siano soddisfatti.

UN MAPPAMONDO IDROGRAFICO
DEL SECOLO XVI

NOTA

DEL P. GIUSEPPE LAIS

Quello che fa la paleontologia con la ricerca, l'esame, e la classificazione dei fossili per ricomporre la storia del pianeta terrestre compie oggi la geografia col raccogliere quei monumenti, cui furono consegnate le memorande epoche delle scoperte d'illustri navigatori istituendone un esame ad un tempo, ed una classificazione, per avere nuove traccie della storia di questa scienza ad un semplice sguardo retrospettivo.

Le carte geografiche e particolarmente le idrografiche, mappamondi, globi, portolani sono in Italia una gran messe da raccogliere e da studiare; il che si spera farà in grande il Congresso geografico internazionale come intraprese in piccola scala il Zurla, per le sole mappe Veneziane dei secoli XIV, XV e XVI.

Non entrerei in ragionamenti di cose geografiche come fuori del campo degli studî da me coltivati, se non fosse la speciale opportunità che mi si offre e il notevole incitamento, col quale all'estero si è promossa la ricerca dei monumenti geografici del secolo XVI, che mi spinge a disserire sopra una carta idrografica, che nascosta da oltre tre secoli si conserva in Roma nella cospicua Vallicelliana Biblioteca insieme ad altri documenti di secondaria importanza, richiamando l'attenzione dell'Illustre Accademia su questo interessante soggetto.

La costruzione della carta (V. Tav. VIII) appartiene al sistema progettato ed eseguito dall'Infante di Portogallo Don Enrico negli incunaboli delle carte geografiche, quando l'uso della bussola dette un regime all'arte della navigazione.

Essa è quindi una carta piana non ridotta; cioè tale che sebbene i meridiani e i paralleli siano stati convenzionalmente soppressi per usare di altre linee di orientazione, tuttavia li dobbiamo intendere sviluppati tutti in un piano per rette parallele tra di loro in guisa, che il grado venga a tutti indistintamente applicato col suo massimo equatoriale valore.

La particolarità della costruzione dei meridiani per linee parallele è vantaggiosissima quando non si alteri il rapporto dei gradi di latitudine a quelli di longitudine; come più tardi insegnò Mercatore accrescendo i gradi di latitudine dei meridiani dell'equatore ai poli nella ragione diretta delle secanti delle latitudini. Era però a quei tempi già fatto un gran passo nella nautica coll'ideato parallelismo, perchè avevasi il modo di percorrere una vasta estenzione di mare tenendo sempre fermo e costante l'angolo di deviazione del meridiano magnetico colla rotta del naviglio per giungere al luogo di destinazione.

Tutti sanno, che la linea più corta tracciata alla superficie terrestre considerata sferica è un arco di circolo massimo, che si avrebbe da seguire da quanti amassero percorrere la più breve distanza; ma questo vantaggio se da tutti è atteso in terra non lo è egualmente sul mare, dove si preferisce una via più sicura. La bussola che dirigge l'avanzamento del naviglio in una rettilinea direzione non potrebbe mantenersi con un grado di deviazione costante nel percorso di un arco di circolo quando non procede lungo un meridiano, perchè qualunque altr' arco di circolo taglia i successivi meridiani formando angoli di obliquità differenti, che tutti avrebbero da calcolarsi anticipatamente e osservarsi continuamente. Però è che la diffidenza, la molestia, il pericolo consigliarono di abbandonare un metodo, che con facilità potea trarli in inganno, e l'altro metodo di seguire una costante direzione prevalse, e fu seguito da tutti; con che la nave, che ha preso il rombo del vento descrive alla superficie terrestre una linea lossodromica, della quale nella ipotesi della terra sferica si occuparono Wrigt, Mercatore, Wallis, Perks, Craig e Lokes, e nella ipotesi della ellissoidica, Murdoch, Maupertuis, ed altri: lossodromia, che sul parallelismo dei meridiani si converte in una retta; ed è principalmente su queste viste che è costruita la carta che andiamo a considerare.

Essa è una mappa mondiale miniata su tre rotoli di pergamena, che per combaciamento danno al mappamondo l' altezza m. 1. 10, e la larghezza m. 2. 30: distesa in un quadro, oggi per difetto di risarcimento è un poco increspata, ma si trova ancora in istato di soddisfacente conservazione.

La mancanza del nome del costruttore, e dell' epoca della delineazione mi ha indotto a sospettare essere stata di origine, ed uso tutto privato; tanto più che è tratteggiata a oro nelle rose dei venti, e negli stemmi di case sovrane, di cui è a dovizia fornita.

A norma di quanto si osserva sui portolani, intorno al centro della carta e sopra di una circonferenza si trovano ad eguali intervalli i centri di 32

rose di venti, dalle quali partono nelle direzioni dei rombi rette intersecantisi e protratte indefinitamente, che servono in qualunque punto del mare a far conoscere l'orientazione del cammino che si ha da percorrere (1).

La costruzione del mappamondo è con abbastanza cura, e diligenza condotta per esservi notate le più piccole particolarità delle spiagge e luoghi di mare pericolosi. Numerosissime le località designate coi nomi proprî, e con caratteri a minio, o a nero, ma sempre sui porti e sulle coste come si addice a mappa idrografica. La carta ha principio sotto la latitudine del circolo artico, si estende al tropico del cancro, equatore, e tropico del capricorno, e termina poco prima della latitudine dell'antartico. L'America vi è rappresentata dall'intero golfo di California fino a tutto il Perù all'occidente, e dalla terra del Labrador fino allo stretto di Magellano all'oriente. Sono al limite delle terre cognite nell'Europa la Norvegia e il Tanai o Don: nell'Asia la Cina, le isole del Giappone, la Guinea.

Tra le singolarità della carta si fa rimarco, che le due Americhe sono descritte come separate da un ampio canale, che mette in comunicazione il lago di Nicaragua coll' Atlantico e col Pacifico; che l' Inghilterra e la Scozia si trovano divise da un vasto canale; che il Nilo fa capo a due grandi laghi situati sotto il grado 11° Sud. Vi si trovano disegnate in ortografia le seguenti città tutte del suolo americano *Canadà*, *Saquinai*, *Ochiasa*, *Estad*, *Mexico* nell'America Nord, e *Quito*, *Samiguel*, *Trosanoytania*, *De los Reis*, *Cuzco* in quella del Sud. Le terre particolarmente nominate sono nell' Europa la *Norvega*, l' *Irlada*, l' *Inglaterra*, l' *Escozcia*, l' *Islada*, nell' Africa l'*Etiopia*, l'*Amina*, nell'Asia la *Persia*, la *China*, nell'America la *Terra del Lavrador*, la *Terra Nova*, la *Florida*, la *Nueva Galizia*, la *Nueva Esphana*, il *Perù*, il *Brasil*, nelle Indie *Sumatra*, *Java major*, *minores*. *Borneo*. *M. Aluco*, *Nueva Guinea*, *Celebres*.

Perciò che spetta all'esattezza delle posizioni topografiche dei luoghi dobbiamo convenire con Bartolomeo Crescenzio intorno a quello che scriveva sulle carte del suo tempo quando dette in luce la Nautica Mediterranea nel 1602. « Che le carte da navigare del mare Mediterraneo sieno abbagliate non so- » lamente è noto ai Cosmografi ed ai piloti, ma ancora ad ogni sorta di ma- » rini. Perciocchè il cosmografo vede l'abbaglio nei gradi mettendo la carta » da navigare Alessandria ed il monte Ceuta all'incontro del monte di Gi- » bilterra quasi in un medesimo parallelo e grado, essendo tra l'uno e l'altro

(1) Queste linee nella tavola annessa alla presente nota sono state soppresse per non ingerire confusione in un disegno ridotto a circa un trentanovesimo, mediante la fotografia.

» luogo più di quattro gradi di differenza. » Quanto dice il Crescenzio si verifica anche per la nostra carta, ed in varî punti si trovano difetti or in più come nella designazione del Rio della Plata, or in meno come nella Danimarca.

La costruzione della carta fu completata nella parte più moderna colle relazioni di viaggi e scoperte fatti da distinti navigatori, e considerando queste come tanti punti di ritrovo si stima la costruzione della carta datare dalla metà del secolo XVI.

Abbiamo dal Ramusio nella relazione dei viaggi di Francesco Ulloa, che questi s'imbarcò agli 8 di Luglio dell'anno 1539 con tre navi, e fu il primo a penetrare nel mare Vermejo o Golfo di California. Or questa contrada dell'America sebbene cada verso il limite orientale della carta è abbastanza ben disegnata per riconoscervi una penisola ed un golfo, non una isola ed uno stretto, quale la vediamo delineata dal Coronelli nell'*Atlante Veneto*. Tav. I. sull' America. Troviamo poi notato nella suddetta relazione quanto siegue : « Prima che giungessimo a q̄sta punta del porto di S. Croce a sei o sette » leghe vedemmo in terra fra certi valloni alcune fiumane grande et già » che lasciavamo la punta di questo porto, ... ci » vennero à atraversare in due ò tre squadre in spatio di un' hora più di » cinquecento balene. » La prodigiosa quantità di balene venne notata sulla carta coll'espressione *p. de california mar de muchas balhenas*. e mentre ci dimostra che l'epoca della costruzione della mappa non può essere anteriore al 1539 la presente nota c'induce a credere, che il cosmografo traesse profitto dalle relazioni di questo insigne navigatore.

Nelle scoperte di *Jvan Gaetano Pilotto castigliano* che per la via delle Indie occidentali si aprì un adito alle molucche partendo l'anno MDXLII da Porto Santo della Nuova Spagna il giorno di ognissanti, e navigò verso ponente troviamo una connotazione, e nella nostra mappa un riscontro delle sue marine scoperte.

Dopo aver narrato il suo sbarco nelle isole, che dal medesimo presero nome di coralli seguita a dire « d'indi partendo navigammo al ponente et » quarta di garbin verso ponente più di cinquanta leghe poco più o manco » et trovammo altre isole alle quali perchè ne parvero verdi et belle po- » nemmo lor nome li giardini, et stanno nell'altezza poco più o manco che » le dette dei coralli, et vedemmo palme et altri arbori, non buttammo però » scala ». Lo stesso navigatore proseguendo il viaggio venne a riconoscere la Filippina (*Mindanao*) commendando la bontà del porto e la particolare situazione di due isole alla sua imboccatura.

Or bene gettando un occhiata al limite occidentale della carta presso l'equatore non tardiamo a ravvisare il gruppo delle isole dei giardini, e sul'isola Mindanao leggiamo « *Porto de Mindaneo* » e alla bocca le isole come nè più nè meno vengono deseritte.

La navigazione di *Jvan Gaetan Pilotto* si proseguì fino al 1545, e ci lasciò indicata per piazza forte dei portoghesi l'Isola *Terenate*, nella mappa (Ternate): sulla quale vedesi dipinto il vessillo portoghese.

Combinando questi pochi appunti con le imprese di Pietro di Valdivia scopritore della costa occidentale dell'America, il quale nel 1541 fondava la città di Santiago alla latit: S. 33° 26', e collo sbarco dei portoghesi avvenuto al Giappone nel 1542; dal vedere indecisa la costa del Chilì anzi mancante affatto a gradi S. 36, ed il Giappone già contrassegnato da *Japam* ne dedurrei, che le notizie sulle scoperte dell'America erano ritardate al cosmografo su quelle dell'oriente; però questo ritardo non sarebbe da protrarsi oltre al 1545 come quell'epoca in cui già doveano registrarsi nell'America le imprese di Pietro di Valdivia, e che circa questo tempo ha dovuto aver luogo la costruzione del mappamondo.

A controllo di queste osservazioni valga il quadro seguente che da conto delle località della mappa.

	LOCALITÀ	SCOPRITORE O FONDATORE	DATA
Esistenti	La Florida	Ponce de Leon	1512
	Stretto di Magellano	Magellano	1519
	Fiume della Maddalena	. . . . .	1531
	Canadà	Cartier	1534
	Lima	Pizzarro	1535
	Mindanao	De Castro	1538
	Fiume delle Amazzoni	. . . . .	1540
Mancanti	Nuova Zembla	. . . . .	1556
	Chiloe	Mendoza	1558
	Stretto di Davis	Davis	1585
	Maluine	Havvkins	1592
	Spitzberg	. . . . .	1595
	Càpo Horn	Lemeire	1616
	Nuova Olanda	Olandesi	1620

Assegnata l'epoca della costruzione della carta giova indicare il grado di approssimazione, col quale resta fissata la posizione della terra e del mare.

Le coordiuate di latitudine e longitudine sono quelle che abbiamo prese per punti di vista, e dopo pochi raffronti con un globo di Cary ci siamo

avveduti, che se le prime sono molto approssimate al vero, le seconde sono lontane dal darci soddisfacenti risultati. Il che poteva già con ragione prevedersi avuto riguardo alla scarsezza dei mezzi avuti per procurarsi le seconde coordinate, mentre per le prime l'uso dell'Astrolabio, con che si prendeva l' altezza del sole, era sufficiente a dare il valore della latitudine del luogo col mezzo delle tavole della declinazione del sole.

Il seguente quadro indica l'indecisione di queste determinazioni.

Longitudini	Globo di Cary	Mappamondo	Diff.
Litorale Est dell'America sotto l'equatore	52°. 40′	48°. 30′	— 4°.10′
» Ovest	82. 00	89. 00	+ 7.00
Litorale Est dell'America sotto il Capricorno	46. 50	38. 45	— 8.05
» Ovest	72. 40	86. 45	+ 14.05
La punta più orientale del Labrador	56. 70	37. 30	— 19.40
Litorale orientale dell'America sotto il Cancro	100. 40	104. 40	+ 4.00
Capo di Buona Speranza	343. 50	335. 30	— 8.20
Costa occidentale di Sumatra sotto l'equatore	263. 20	258. 40	— 4.40
Costa orientale dell'Africa sotto l'equatore	319. 20	312. 25	— 6.55
Foce del Gange	272. 00	270. 30	— 1.30
Formosa	241. 20	234. 23	— 6.57
Costa occidentale della Nuova Guinea in prossimità dell'equatore.	223. 55	231. 20	+ 7.25

N. B. Nel quadro le longitudini sono state ridotte al meridiano di Parigi e nella mappa sono state misurate a partire dalla città di Ceuta di long. 7° 36′.

A queste incertezze univasi la discordanza sul valore del grado equatoriale, e sappiamo dal Crescenzio, che il Medina assegnava per valore miglia 70, Tolomeo Martino e gli antichi 60, e lo stesso Crescenzio lo stimava di 87 miglia più una frazione.

Di questo valore si servivano poi per calcolare le distanze in longitudine sui paralleli, facendo uso di una tavola, che conteneva il numero delle miglia ed ogni grado di ciascun levante parallelo al levante parallelo degli equinozî.

Ne a quei tempi nei quali il cronometro ancora non era subentrato all'orologio a polvere ed alla clepsidra, e le rare ecclissi di luna alle frequenti osservazioni delle occultazioni e delle ecclissi de' satelliti di Giove, poteva

desiderarsi di più; però reclamavansi perfezionamenti, dei quali se ne sentiva tutta l'urgenza. Colombo e i navigatori del secolo seguente miravano nella bussola come ad uno strumento, che loro avesse potuto dare la misura delle longitudini geografiche partendo dalle diverse declinazioni dello strumento a destra ed a sinistra del meridiano delle terziere. Questo semplice fatto faceva loro supporre, che le declinazioni fossero proporzionali da parallelo in parallelo, e di longitudine in longitudine; e quindi il Crescenzi nell'edizione del 1602 dava delle norme di tale proporzionalità per le varie latitudini e longitudini terrestri. Però se lodevole fu il conato, e ingegnosa la ricerca di uno strumento per la misura diretta delle longitudini, questo preso isolatamente e fuori della vicinanza dell'equatore terrestre non poteva dare che risultati di approssimate determinazioni. Il magnetismo terrestre non ancora studiato nell'equatore, nei paralleli, e nei meridiani, faceva loro intravedere proporzionalità insussistenti, e solo allora avrebbero potuto trarne utilità grande, quando per singoli tratti di meridiano astronomico avessero confrontato singoli tratti di meridiano magnetico: in questo modo soltanto la declinazione magnetica avrebbe servito di guida alla longitudine geografica.

La poca fiducia in che potevano tenere le longitudini per la mancanza di opportune osservazioni celesti e di strumenti, i quali colla differenza delle ore dei meridiani, e della conversione del tempo in gradi avessero fatto conoscere le differenze di longitudine, avea condotto gli antichi a non avere molta fiducia delle loro osservazioni sopra questa coordinata, e piuttosto preferivano di conoscerla indirettamente colla direzione e corsa del naviglio e colla latitudine. Perciò coprivansi le carte nautiche di rose di venti, che s'incrociavano e si spingevano coi loro prolungamenti fino al margine della carta, e sopra di esse si punteggiavano dopo maturo calcolo le posizioni dei navigli come osserva il Crescenzio il quale dice « Il viaggio che hanno fatto » (i marini) et la differenza della longitudine et diritto intervallo, che è tra » l'uno et l'altro luogo, si fa per la differenza delle leghe, ò miglia che » s'applicanò à ciascun grado di quel Vento, per chi si fa il viaggio: sono » queste leghe et miglia descritte nella precedente figura, ove il limbo in» teriore mostra le leghe che contiene ogni grado che si fa per quel Vento, » et l'esteriore le miglia che sono per ogni lega miglia 5. »

Da questo si raccoglie, che il rombo del vento per la variazione di un grado di latitudine dava la corsa del naviglio, e la differenza di latitudine degli estremi della corsa per questo fattore l'intero viaggio della nave, che veniva preso geometricamente col compasso sulla scala, e riportato nella di-

rezione percorsa a partire dal punto di partenza. Gli ostacoli che si attraversavano al libero corso del naviglio obbligavano a calcolare e disegnare sempre collo stesso metodo il nuovo cammino che si adottava.

E da quì ognun vede quali e quanto serî fossero i pericoli della navigazione a quel tempo, nel quale e per ragione della inesatta conformazione delle carte erasi esposti al rischio di fallire parecchie centinaja di miglia, e nel regime della navigazione un colpo di vento, una tempesta, un carteggiamento sbagliato poteva gettare l'equipaggio nella più grande costernazione, e fuori di speranza di rintracciare la via, o per lo meno metterlo in serie inquietudini o d'investire scogli o dare in qualche seccagna ogni qualvolta non si seguiva una navigazione di cabottaggio (1).

Oltre al mappamondo sono nella suddetta Biblioteca in certa rinomanza tre edizioni diverse della lettera di Colombo sullo scoprimento di America un globo terrestre anteriore al 1539 di centim. 56 di diametro e due portolani europei anteriori al 1522: l'uno largo m. 0.58 lungo m. 0.90: l'altro largo m. 0.72 lungo 1.27. Rappresentano il mare mediterraneo con le sue coste ed isole, e si estendono per buon tratto all'intorno per abbracciare quella parte d'Europa e d'Africa allora cognite.

Il globo e una delle tre pergamene appartennero a Vincenzo Badalocchi, che nato in Bologna al 1529 sopravvisse certo fino al 1580, e fu uno dei benefattori della Biblioteca Vallicelliana lasciando nei codici P. 55. P. 56 parte dei suoi lavori con un inventario dove troviamo notata = *una carta da navigare in carta pecora miniata.* = Compose un trattatello di Cosmografia oltre a lavori d'indole astronomica ed astrologica e parlò della costruzione dei globi.

Tra i manoscritti di materie geografiche non sappiamo che encomiare la Geografia Compendiaria di Niceforo Blemmida, le correzioni al testo di Strabone di Giorgio Gemmista, e le lezioni varianti dei libri V e VI di Strabone raccolte dal codice vatic. 173 per cura di Leone Allaccio.

---

(1) Sotto il parallelo di gradi 23 la differenza in eccesso di longitudine tra l'America e l'Africa presa sul mappamondo e sul globo di Cary è oltre a 4 gradi, e conteggiando 55 miglia a grado per quel parallelo si ha già una differenza stimata oltre a 200 miglia italiane dal vero.

QUADRO GENERALE
STATISTICO TOPOGRAFICO GIORNALIERO DEI TERREMOTI
AVVENUTI IN ITALIA NELL'ANNO METEORICO 1874

COL CONFRONTO DI ALCUNI ALTRI FENOMENI

COMPILATO

DAL CAV. PROF. MICHELE STEFANO DE ROSSI

Allorchè nel principio del decorso anno 1874 presentai alla nostra Accademia il primo quadro grafico e statistico rappresentante il movimento del suolo italiano durante l'anno 1873, accompagnai quello specchio con una estesa memoria diretta a far rilevare i dati che risultavano da quel nuovo modo di esaminare la serie dei terremoti (1). Nel principio di quest'anno 1875 avrei dovuto seguire il metodo intrapreso presentando un simile quadro grafico relativo al medesimo fenomeno per l'anno 1874. Ma stimai opportuno differirne la presentazione all' ultima nostra riunione, acciò la pubblicazione di questo lavoro venisse necessariamente ritardata fin verso la fine dall'anno corrente e così avvenisse in un tempo prossimo all'entrare del nuovo anno, nel cominciamento del quale avrei potuto redigere e presentare il terzo quadro risguardante l'anno 1875. La publicazione così ravvicinata degli specchi spettanti al 1874 ed al 1875, mi porge il destro di limitare le osservazioni sul quadro 1874 ai punti soltanto principalissimi lasciandomi il campo assai più vasto e fruttuoso nel principio del 1876 all'esame complessivo di un intiero triennio. Ognuno vede come i ragionamenti basati sopra una statistica di fatti divengano ben fondati e sicuri ricavandoli dal triennio piuttosto che dal biennio. Con ciò credo aver sufficientemente giustificato la poca estensione che son per dare alle mie parole nelle quali toccherò alquanto particolareggiatamente solo i punti che nell' anno passato lasciai quasi privi di illustrazione. Non

(1) Periodo sismico italiano del 1873, V. Atti della P. Acc. de' Nuovi Lincei, Sessione II^a, del 25 Gennaio 1874.

mancherò peraltro di fornire ed in parte ripetere tutte le indicazioni che servano a chiarire il metodo secondo il quale lo specchio grafico fu compilato, acciò chi volesse studiarne i dati possa facilmente trarne ampio profitto.

Rimettendo al fine del ragionamento tutti i particolari relativi al metodo predetto della compilazione e le istruzioni per la lettura di questo quadro, comincio dal descriverne brevemente le parti onde poter poi pure compendiosamente come ho detto analizzarne i risultati principali.

I dodici mesi dell'anno meteorico Decembre-Novembre, formano le dodici colonne verticali dello specchio suddivise in altrettanti quadrellini o piuttosto colonne di quadrellini corrispondenti ai singoli giorni di ciascun mese. In sei zone orizzontali poi si divide la materia graficamente disposta, di modo che la serie verticale dei quadrellini di ciascun giorno rimanendo divisa in sei parti presenta sei diversi capi di osservazioni. Anzi la sesta zona contenendo due generi di fenomeni chiamati a confronto dei fatti sismici, possiamo dire esser sette i capi della nostra analisi grafica.

La prima zona rappresenta il numero delle scosse avvertite in Italia o piuttosto delle quali ho avuto notizia per ciascun giorno. Ogni quadratino coperto nero addita una scossa avvenuta nella penisola. È chiaro che lo svolgimento orizzontale di questa zona darà insieme il numero totale dei terremoti italiani e la loro distribuzione in gruppi che formeranno una vera curva di massima e minima frequenza del nostro fenomeno. In questa zona potremo adunque studiarne il periodo.

Salta agli occhi il massimo sismico verificatosi nel principio di Settembre e continuato poscia nell'Ottobre e Novembre. Altro massimo minore si ebbe nel Dicembre 1873 ed il minimo annuale delle scosse cadde dal mezzo Aprile al mezzo Agosto. Per ciò che riguarda il periodo nel quadro dell'antecedente anno 1873 feci notare un massimo mensile con un periodo di ritorno della attività sismica in un giro circa decadico. La medesima osservazione potrebbe farsi anche nel quadro presente, ma non tanto chiaramente quanto nel quadro passato, e perciò rimetto la trattazione e l'analisi di questo dato all'esame più esteso del triennio.

La seconda zona rappresenta le fasi della luna. Intorno alle relazioni di queste con i movimenti del suolo, anche testè il Perrey ha presentato all' Accademia delle Scienze di Parigi un importante lavoro. In esso sono discusse le predette relazioni sopra una scala assai più vasta che non è il corso nostro di un anno, e perciò mi astengo dall'esame di questo punto contentandomi per ora di fornire al Perrey i dati nostri italiani diligentemente rac-

colti e classificati come elemento non ispregevole da collocare nella serie degli altri da esso esaminati.

Viene in terzo luogo la zona rappresentante convenzionalmente la intensità dei terremoti. Questa perchè possa anche essa porci sotto gli occhi i suoi periodi e renderceli paragonabili col numero degli scuotimenti di suolo, ho dovuto come nell' anno passato arbitrariamente dividere in dieci gradi dedotti dagli effetti del fenomeno. Siffatta scala è la medesima adoperata nel passato anno: ma coll'esperienza ho potuto completarla in quanto ai fatti che possono fornire un criterio per la determinazione del grado. Perciò tornerò a pubblicarla nella fine della presente memoria. Nel quadro grafico si rappresenta la forza della scossa col tingere in nero tanti quadrellini quanti gradi della scala convenzionale furono sorpassati dal terremoto. Quivi si vede ciò che già appariva nel 1873 corrispondere cioè l'aumento della forza all'accumularsi del numero delle scosse. Si vede però eziandio talvolta la forza sostituita al numero nel rappresentare il massimo di un periodo sismico. Anche questo punto vuol essere meglio analizzato sopra l'esperienza di un triennio.

La quarta e la quinta zona rappresentano la distribuzione topografica del fenomeno sismico. La quarta dimostra per ciascun giorno quali regioni e quanta parte delle medesime fu urtata nel senso della longitudine. La quinta indica lo stesso nel senso della latitudine. In questa porzione della tavola grafica noi vediamo a colpo d'occhio la vastità della estenzione in superficie dei terremoti considerevoli ed insieme vediamo come le piccole scosse si distribuiscano ora saltando d' una in altra regione, ora fermandosi qualche tempo in una sola od in due diverse, ora alternandosi con una certa regolarità. Vediamo ivi quali sono i luoghi preferiti dal fenomeno e perciò quali sono i centri di commozione. Uno studio accurato di questa topografia potrà col tempo esser ferace di risultati. Ma intanto e nell'alternanza e nella contemporaneità delle scosse apparisce già così chiara l' identità ed unicità del sistema od apparecchio sismico italiano, che la ripetizione delle osservazioni non farà credo altro che confermare questo dato e questo canone scientifico della unità della causa producente i terremoti e della unità pure dell'apparecchio nel quale si espande quella forza che ora in un punto ed ora in un altro elegge il centro della sua attività.

La sesta zona contiene la curva barometrica secondo l'osservazione fatta a mezzodì nell' Osservatorio del Collegio Romano. In questa curva intendo rappresentare soltanto l'andamento generale diurno della pressione atmosferica in un punto circa medio dell'Italia, onde dimostrarne i periodi delle bur-

rasche. Molti hanno affermato e molti hanno negato un' intima connessione fra i terremoti e la pressione atmosferica. Nella più volte citata memoria che nell'anno decorso accompagnava il quadro grafico del 1873 dimostrai come dai dati del quadro medesimo appariva evidente una qualche connessione fra i due fenomen i, ma connessione che non li legava insieme come causa ed effetto. Esponeva allora alcuni miei punti di vista che trovo confermati dalle osservazioni delineate nella tavola grafica del 1874. Ma anche in questa materia come nel resto sospendo ora l' addentrarmi di più per riprenderne la trattazione coll'esperienza eziandio del 1875.

Finalmente havvi un punto che fu assai poco trattato nella illustrazione del quadro grafico del 1873 e che in questo del 1874 trova svolgimento, massime in seguito degli studi da altri intrapresi intorno a tale materia. Nel citato quadro io tentai per il primo di stabilire un confronto costante fra i fenomeni sismici, la curva barometrica e le variazioni di livello di un pozzo in Porretta. Questo pozzo soleva essere osservato dal Lorenzini nelle occasioni di scuotimenti sismici perchè lo trovava assai sensibile ai moti tellurici. Infatti essendo cosa nota nell'istoria dei terremoti grandiosi il disseccamento ed il rigonfiamento delle acque dei pozzi, l' osservazione del Lorenzini diretta alle piccole variazioni causate dai piccoli terremoti poteva divenire utile alla sismologia. Dietro il mio consiglio come riferii nel decorso anno il Lorenzini intraprese osservazioni quotidiane indipendentemente dal terremoto. Allorchè io pubblicai il citato quadro soli cinque mesi erano decorsi da che il Lorenzini faceva osservazioni giornaliere, ma furono però i cinque mesi della massima attività sismica italiana recentemente verificata. L'attività risiedeva nel Veneto, quindi il Lorenzini non se ne trovava estremamente lontano.

Volendo riferire sul progresso e sull' odierno stato di questo nuovissimo studio sembrami necessario qui ripetere ciò che ne scrissi nel citato lavoro del 1873.

« Osservando la curva risultante dalle misure di livello trasmessemi dal
» Lorenzini dal 27 Giugno al 30 Novembre 1873 nel qual periodo di tempo
» con assiduità mirabile esso fece giornalmente e personalmente il suo scan-
» daglio (mancando due sole volte all'osservazione), trovasi quella curva me-
» ritevole di speciale considerazione e sopratutto meritevole di confronto colle
» altre parti del nostro quadro sismico.

« Non possiamo certamente trascurare in questo esame l' elemento della
» stagione perciò che riguarda l'afflusso delle acque circolanti sotterra. Quindi

» il vedere nel generale dell'andamento della curva, le acque basse nell'Agosto
» Settembre ed Ottobre corrisponderebbe alla magra estiva delle sorgenti.
» Ma il rapido salto del Novembre non corrisponde in tempo col ritorno
» delle acque di pioggia ai serbatoi ai quali non giunge si presto la infil-
» trazione. Studiando piuttosto parzialmente le variazioni, veggo che dal prin-
» cipio delle osservazioni fino al 10 Settembre sembra coincidere con pic-
» colo precedere la curva barometrica e la puteale di Porretta. Dopo quel
» giorno si diparte del tutto dall'andamento della pressione atmosferica colla
» quale perciò sembra esser stata forse fortuita la coincidenza prima veri-
» ficata. Dunque per quanto si può giudicare da un così breve periodo di
» osservazione, la pressione barometrica ed il solito regime delle sorgenti
» sembrano cause estranee alle variazioni verificate dal Lorenzini nel pozzo
» del suo laboratorio. Volgendo l'occhio invece alla distribuzione topogra-
» fica dei terremoti, troviamo che allorquando il periodo sismico soggiornava
» con maggior frequenza ed intensità in regioni non lontanissime della Por-
» retta, il pozzo del Lorenzini si mostrava in magra e viceversa allorchè di-
» partivansi i terremoti dal Veneto o da altre regioni prossime, l'acqua ri-
» saliva. Infatti la massima magra del semestre precedette di due giorni la
» più forte tempesta sismica che colpì più da vicino di ogni altra la regione
» di quella città, la scossa cioè del 17 Settembre. L'esperienza generica del
» passato avuta dal Lorenzioni nelle sue diligenti osservazioni è pure costan-
» temente l'abbassarsi dell'acqua ad ogni scossa di terremoto. Basti per ora
» l'aver constatato il fatto lasciando lo studio della interpretazione della
» causa e del suo legame colle fasi sismiche al tempo nel quale avendo raccolto
» maggior numero di dati i ragionamenti potranno svolgersi più sicuramente. »

Come ognuno vede chiaramente in queste riferite parole, il mio giudizio basato sopra un breve lasso di tempo fu come pure lo dichiarai totalmente provvisorio e mi appellava alla continuazione dello studio, sopratutto poi alla cooperazione dei dotti osservatori sparsi in altre regioni. Io notava il fatto di una certa coincidenza da principio con la curva barometrica la quale poi perdendosi sotto forse l'azione tellurica degli scuotimenti sismici mi induceva a sospendere il giudizio sulle relazioni con la pressione barometrica per volgere l'animo alla parte sismica sulla quale l'esperienza generale suddetta e la particolare locale del Lorenzini richiamava l'attenzione. Saviamente però il testè compianto ed egregio giovane Prof. Antonio Bianconi pensò che la condizione speciale del territorio Porretano invaso pienamente dall'attività delle forze endogene manifeste nelle *fontane ardenti* e nelle celebri acque

minerali, ed il periodo speciale e breve delle osservazioni da me esaminate avesse potuto troppo nascondere l'azione dell'atmosfera sul pozzo la cui azione e dovea esistere e sarebbe stato assai importante di definire. Volle perciò intraprendere speciali osservazioni in un suolo più tranquillo ed in stagione più calma. Scelse perciò un pozzo nel quale non si attingeva l'acqua in Bologna e poscia nella seduta del 30 Aprile 1874 riferiva i seguenti risultati delle sue osservazioni (1).

Intraprese egli le osservazioni giornaliere ai 28 Febbraio le proseguì sino a tutto il 29 Aprile, ed erano da lui ripetute qaattro volte al giorno e nelle ore precisamente in cui all'Osservatorio Astronomico si notano le variazioni barometriche, e ciò per potere con più precisione mettere a confronto le oscillazioni barometriche collo stato del livello dell'acqua di quel pozzo.

Il Bianconi quindi fa notare come per siffatte ricerche sieno propizi quei lassi di stagione in cui non cade pioggia, la quale poi dopo essere giunta ai serbatoi che alimentano i pozzi può venire alterando le osservazioni che si praticassero sul livello delle acque stesse. Esso poi sotto questo rapporto è stato favorito dalla stagione giacchè per quasi i primi 40 giorni tale causa modificante non è venuta a disturbare le sue osservazioni. Poscia passa alla dettagliata descrizione dei risultati ottenuti messi a confronto colle variazioni barometriche, e tali oscillazioni sì barometriche, che del livello dell'acqua del pozzo sono rappresentate in sistema grafico.

Esso quindi riepiloga questo primo periodo di osservazioni nel modo seguente. « Incominciando le due linee, la barometrica e la puteale con ana-
» loga salita si incontra un primo punto comune di massimo abbassamento
» agli 11 Marzo i quali punti di concordi abbassamenti si rinnovano nei giorni
» 15 e 20 Marzo e 6 Aprile. I massimi innalzamenti o punti culminanti delle
» due linee si trovano poi coincidere in ambedue le linee nei giorni 14, 17
» 22, 27 Marzo e 7 Aprile.

» La stagione poscia cangiò e divenne piovosa per parecchi giorni, e
» quindi si incominciava un periodo in cui le oscillazioni del pelo d'acqua
» per la pressione atmosferica potevano essere larvate dall'affluire delle acque
» in copia entro al pozzo. Notato come nei primi giorni di pioggia si trova
» un accordo fra la pressione atmosferica ed il livello dell'acqua, in cui cer-
» tamente non poteva ancora farsi sentire l'azione della pioggia, tale accordo
» poi cessò dal 14 Aprile in cui, il barometro innalzatosi, il livello puteale

---

(1) V. Memorie dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna. Serie III, Tomo V.

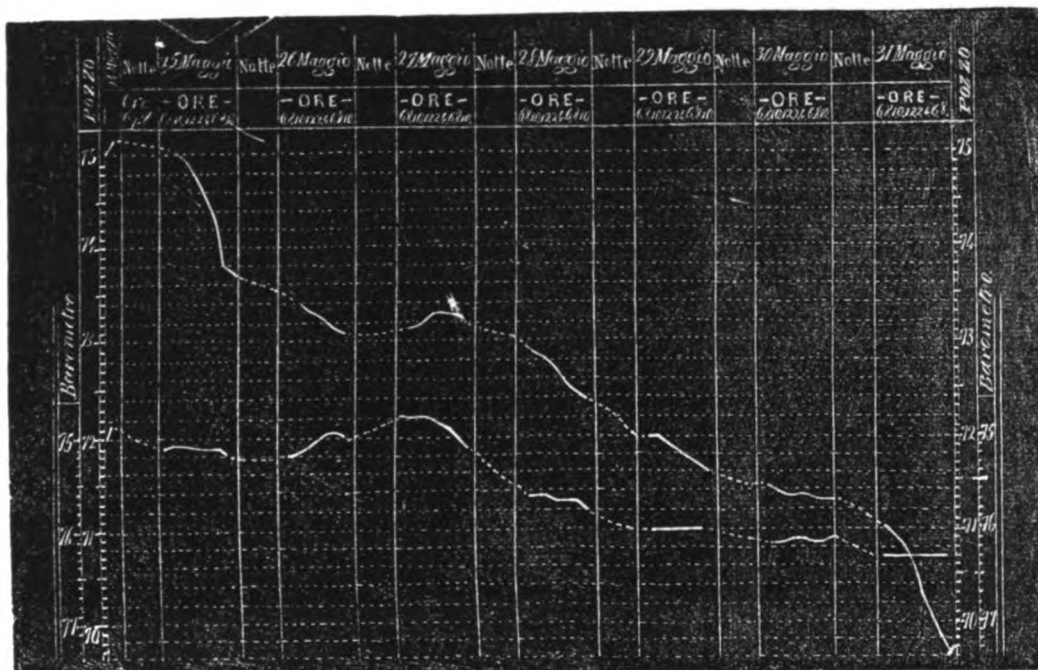
» sentiva la influenza dell'accrescersi delle acque per la pioggia caduta. Dopo
» un certo lasso di tempo e cioè dopo cinque giorni le linee tornarono a
» mostrare giorno per giorno i rapporti consueti fra le variazioni di pres-
» sione ed il livello dell'acqua del pozzo. »

Dopo avere accennato di sfuggita qualche idea per ispiegare questo fatto della sensibilità del livello dell' acqua puteale alle variazioni atmosferiche, conchiude dicendo « sperare di aver potuto stabilire colle presenti ricer-
» che quanto basta, perchè d' ora in avanti negli studi che si faranno in-
» torno alle commozioni del suolo in relazione coi mutamenti che subiscono
» i pozzi; farà d'uopo tener calcolo della variabilità dei pozzi stessi in di-
» pendenza dello stato barometrico dell'atmosfera. »

Quasi contemporaneamente al Bianconi l' egregio Prof. Carlo Desideri di Pescia impressionato dall' importanza del fenomeno puteale da me segnalato nella publicazione del quadro sismico del 1873 intraprendeva studi simili a quelli del Bianconi. Questi ebbe il felice pensiero di fare e far fare osservazioni simultaneamente in tre pozzi diversi collocati in luoghi non lontani ma neppure vicini fra loro. Presto egli si avvide della importanza e dello svolgimento che avrebbe potuto prendere questo studio al quale decise di dedicarsi con ogni cura. Volle però intanto pubblicare un primo saggio delle sue osservazioni. Scelse però i pochi giorni che corrono dal 25 al 30 Maggio 1874 per formare un quadro grafico comparativo delle due curve barometriche e puteale. Le sue conclusioni non differiscono da quelle del Bianconi, ma anzi sono alquanto più precise o particolareggiate e mentre attendiamo la pubblicazione degli ulteriori studi del Desideri mi gode l'animo di riportare la figura delle prime curve da esso pubblicata e le parole colle quali conclude il suo importante primo *Saggio delle osservazioni sul cambiamento di livello nell'acqua di un pozzo in Pescia* (1).

« Stando all'esame delle curve, il rapporto fra le variazioni del pozzo e
» quelle del barometro verrebbe subito manifesto e parrebbe che il primo tenda
» a crescere col calar del secondo e viceversa. Si direbbe però che il barome-
» tro anticipi sempre di qualche ora sul pozzo le sue variazioni. Ed invero
» noi troviamo che mentre dalle 8 antimeridiane del 25 alle 10 antimeridiane
» del 26 il barometro crebbe ed il pozzo calò rapidamente, questo dalle 10 ant.
» del 26 alle 8 pomeridiane del 27 diè segno di aver sentito l'abbassamento
» del barometro, in quel periodo verificatosi, solo col diminuire la rapidità

(1) V. Rivista scientifica-industriale di Firenze, Luglio 1874.

Variazioni di livello dell acqua in un pozzo delle scuole tecniche di Pescia.

» del suo decrescimento, e non cominciò a decrescere se non dalle 8 anti-
» meridiane alle 2 pomeridiane del 27, spazio di tempo durante il quale il
» barometro nè crebbe nè calò. Il pozzo durò il suo incremento fino alle
» $5\frac{1}{4}$ pomeridiane per tornare a calare col crescere del barometro il quale
» già circa tre ore prima aveva ricominciato il suo moto ascendente. Dalle
» $5\frac{1}{4}$ pomeridiane del 27 alle 8 pomeridiane del 31 il pozzo calò sempre con
» velocità variabile e non manifestò di aver sentito il leggero abbassamento
» del barometro, verificatosi dalle 10 antimeridiane alle 2 pomeridiane del 30,
» se non col rimanere quasi costante dalle $11\frac{1}{2}$ antimeridiane alle 4 pom.

» Propriamente si direbbe che la pressione atmosferica non abbia azione
» immediata che sulla velocità degli accrescimenti ed abbassamenti del pozzo,
» e che gli uni per cambiarsi negli altri abbian bisogno d'un certo tempo,
» quasi che l'acqua, per esser ricacciata dentro o per nuovamente scaturire,
» indugi onde vincere una resistenza dovuta forse alla strettezza della sca-
» turigine ed alla forza viva che la massa dell'acqua aveva precedentemente
» acquistata per la velocità di efflusso nel verso contrario.

» Con dati sì poco numerosi sarebbe temerità il volere azzardare in modo
» positivo alcuna ipotesi sulla cagione del fenomeno; ciò non può farsi se
» non dietro l'accurato studio dei resultati di molteplici e svariate esperienze
» ripetute da molti in luoghi differenti. Io senza punto pretendere di vo-
» lere contrastare il merito a chi pel primo iniziò tal genere di studii, fui
» mosso a pubblicare questo saggio dietro la considerazione che se per la
» scarsezza dei dati non vale nè può valere a formulare un'ipotesi, può va-
» lere a confermare un fatto la cui importanza è incalcolabile, può valere
» ad aumentare la probabilità che il fenomeno sia comune per tutte le sor-
» genti in generale, e soprattutto in fine può valere ad invogliare altri più
» abili di me a variare, moltiplicare le osservazioni, e così a poco per volta
» da un lato spander luce sopra la natura del nuovo fenomeno, dall' altro
» coadiuvare ai nobili sforzi del Prof. De Rossi trasmettendogli regolarmente
» i resultati di quelle osservazioni acciocchè ei possa studiare qual nesso
» esista fra il nuovo fenomeno e la manifestazione di certe forze endogene
» della terra. »

Dopo questi risultati delle osservazioni del Bianconi e del Desideri riescirà oltremodo importante il tornare all'esame del pozzo porrettano del Lorenzini sull'estenzione di un anno intiero quale apparisce nel mio quadro grafico e sismico del 1874. In esso poi potendo anche riprendere il confronto coi terremoti potremo esaminare anche la specialità già nota del pozzo porrettano tanto sensibile, per la sua collocazione topografica, ai fenomeni di commozione tellurica. Per le ragioni sopra indicate nel quadro generale per tutta l'Italia, io rappresento la curva di Roma presso quella del pozzo di Porretta la quale come giustamente osserva il Bianconi nella sua memoria non è rigorosamente conveniente. Ma nella esposizione scritta ed in cifre delle osservazioni fatte dal Lorenzini che segue al fine di questo lavoro, troverà il lettore tutte le osservazioni barometriche fatte giornalmente dal Lorenzini in Porretta con l'aggiunta anche dello stato del cielo, lo che potrà fornire alimento a molti e variati studi e confronti.

Basta gittare una occhiata sulle dette curve barometriche e puteale porrettana per persuadersi a prima vista del mirabile accordo fra la depressione barometrica e l'innalzamento dell'acqua nel pozzo. L'andamento della magra e della piena sorgiva conseguente la stagione non disturba la manifestazione dell'accordo predetto come sospettò il Bianconi. Ognuno vede che l'asse medio della curva sta alto nella stagione ricca di acqua e sta basso nella corrispondente magra estiva, l'oscillazione poi del livello sopra e sotto qnesta

media in ogni stagione segue il barometro. Non mancano però innalzamenti ed abbassamenti dell'acqua, i quali si manifestano in senso contrario al favore barometrico; innalzamenti di acqua cioè coincidenti con alta pressione ed abbassamenti contemporanei a basse pressioni. In questi casi è notabile che vi si vede prevalere nello squilibrio l'influenza della causa sismica o vulcanica. Il più grande di questi salti dell'acqua contrario alla legge ordinaria, apparisce appunto durante l'eruzione ed i terremoti dell' Etna nel principio di Settembre e durante la massima magra estiva delle sorgenti. Ma in generale devesi osservare, che l'anno 1874 non fu come il 1873 tempestoso per i terremoti; e sopratutto essi non avvennero forti e numerosi in vicinanza di Porretta tranne che nell'Ottobre, nel qual tempo infatti apparisce un salto nella stessa linea assiale mediana della curva puteale manifestamente indipendente dall'afflusso delle acque piovane. E qui non voglio andare più oltre bastandomi d'aver dimostrato cogli studi massime del Bianconi e del Desideri l' influenza della pressione atmosferica nel livello dei pozzi. Quanto all'elemento sismico ne sarà assai più luminoso e concludente lo studio nel quadro del 1875; nel quale anno essendo stata assai travagliata la Romagna dal terremoto, il pozzo di Porretta dovrà manifestare più chiaramente quali sieno le sue relazioni col detto fenomeno.

Dichiarazione della tavola dei terremoti italiani dell'anno meteorico 1874.

Lo scopo di questo quadro è il sottoporre ad un colpo d'occhio il numero, l'intensità, la vastità e la distribuzione topografica nel suolo d'Italia dei terremoti per ciascun giorno dell'anno, ponendovi a confronto le fasi della luna, la curva barometrica e le variazioni di livello in un pozzo di Porretta riconosciuto sensibile alle oscillazioni sismiche.

Numero delle scosse – Per ogni scossa conosciuta in Italia in ciascun giorno è tinto un quadratino; così il numero dei quadratini coperti rappresenta la somma delle scosse verificate in Italia in ciascun giorno. I terremoti notturni ad ora incerta, attribuisco al giorno che segue la notte. Perchè fino alla mezzanotte è più difficile che l'ora rimanga incerta.

Allorchè si hanno notizie di scosse in un luogo senza indicazione di ora, mentre per altri luoghi si hanno indicazioni più precise sull' ora , per non accrescere il numero delle scosse senza certezza, si suppongono le scosse senza ora coincidere colle meglio determinate; e così figurano per un solo terremoto nella statistica numerica.

Quando le notizie indicano le scosse, in modo vago dicendosi d'un mese o giorni passati in continue scosse, ovvero si dice un numero approssimativo dentro un tratto di tempo, dò un valore numerico a queste notizie secondo l'insieme della descrizione che se ne fa. Perciò in questo quadro per Mignano che fu scosso continuamente nel Decembre ho valutato tre scosse al giorno; per Marsico nuovo una nel Decembre e nel Gennaio. Per l'Etna allorchè fu in eruzione ai 30 e 31 Agosto 1874 e che si diceva dar terremoti spessissimi in tutto il giorno si valutarono 6 scosse per ciascun giorno.

Intensità delle scosse. La scala convenzionale della forza delle scosse da me immaginata nello scorso anno conta 10 gradi, i quali nel quadro grafico sono rappresentati da altrettanti quadratini, che sono coperti di tinta per ciascun giorno in numero corrispondente alla forza del massimo terremoto verificatosi in quel giorno. Questa mia scala coll'esperienza viene ogni anno migliorata ossia arricchita di dati opportuni alla determinazione più esatta e facile di questa intensità e perciò debbo riprodurla.

1	Scossa	leggerissima	— Avvertita soltanto dai sismografi o da un sismologo.
2	»	debole	— Avvertita da più d'uno.
3	»	leggera	— Avvertita da molti, o annunciata dai giornali, o annunciata da non sismologi.
4	»	sensibile	— Seguita da tremollo di infissi, cristalli e soprammobili. Scricchiollo d'impalcature.
5	»	mediocre	— Avvertita generalmente da moltissimi, seguita nelle città da un tocco di qualche raro campanello. Sentita in più luoghi non vicinissimi da non sismologi e quando trema il letto.
6	»	forte	— Con suono più o meno generale di campanelli, oscillazioni di lampade, arresto di orologi nelle città; e nelle campagne tremito visibile o sensibile degli alberi e degli arbusti; e quando narrasi che fortunatamente non accaddero danni: quando per timore o per prudenza taluno esce a passeggiare all'aperto. Interruzione quasi generale del sonno nella notte.
7	»	molto forte	— Con caduta di calcinacci, suono di campane da torre, strepito, spavento abbastanza generale senza danni, caduta di oggetti e di quadri.
8	»	fortissima	— Con caduta di fumaiuoli, lesioni nei fabbricati, fuga dalle abitazioni.
9	»	rovinosa	— Con caduta totale o parziale di qualche edificio.
10	»	disastrosa	— Con grandi rovine e vittime.

Allorchè un terremoto viene descritto con qualche particolarità, e non contenendo tale descrizione veruno dei dati preveduti in questa scala, ne adotta però gli epiteti arbitrariamente, io valuto nel quadro la forza di due gradi inferiore alla richiesta dalla parola adoperata.

Quando non si ha veruna indicazione relativa alla intensità si valuta la scossa per leggerissima.

I semplici rombi sotterranei sono pure valutati per scosse leggerissime.

Terremoti secondo le latitudini e le longitudini. Ciascun quadratino corrisponde a dieci minuti di grado in latitudine od in longitudine presa dal meridiano di Roma. Le frazioni inferiori ai 10 primi non compariscono e non hanno molta importanza in questa distribuzione topografica dei terremoti, la quale basta che sia approssimativa. L' indice seguente serve a ritrovare i luoghi indicati più approssimativamente, come si è detto nella tavola. L'isola di Malta che fu scossa ai 19 e 20 Luglio non comparisce nella distribuzione topografica, perchè non vi giunge l'ampiezza del quadro.

LOMBARDIA E VENETO

Pordenone, Latit. 45.57, Long. 0.12 E — Dec. 2. = Gen. 8.
Padova, Latit. 45.24, Long. 0.36 O — Lugl. 12.
Farra d'Alpago, Latit. 46.06, Long. 0.01 O — Dec. 20, 25.
Belluno, Latit. 46.07, Long. 0.14 O — Dec. 2, 7, 9, 20, 24, 25, 31. = Genn. 1, 4, 8, 9, 12, 24, 31. = Febbr. 11, 12. = Marzo 15, 16, 17, 19, 26, 27. = Apr. 9, 10, 19. = Mag. 10. = Giug. 19.
Tambre d'Alpago, Latit. 46.07, Long. 0.01 E — Dec. 20, 25.
Udine, Latit. 46.03, Long. 0.45 E — Dec. 2.
Puos d'Alpago, Latit. 46.08, Long. 0.04 O — Dec. 20, 25.
Vittorio, Latit. 45.57, Long. 0.09 O — Dec. 20, 25.
Fadalto, Latit. 46.05, Long. 0.09 O — Dec. 20.
Sarmede, Latit. 45.57, Long, 0.00 — Dec. 19, 20.
Verona, Latit. 45.26, Long. 1.20 O — Dec. 25.
Tolmezzo, Latit. 46.45, Long. 0.36 E — Dec. 2, 9, 19, 27. = Genn. 1. = Mag. 10. = Giug. 20.
Feltre, Latit. 46.02 Long. 0.30 O — Dec. 25.
Mel, Latit. 46.05, Long. 0.25 O — Dec. 25.
Conegliano, Latit. 45.52, Long. 0.11 O — Dec. 25.
Consiglio, Latit. 46.05, Long. 0.05 O — Dec. 25.
Ceneda, Latit. 45.56, Long. 0.05 O — Apr. 19.
Sospirolo, Latit. 46.09, Long. 0.25 O — Giug. 11, 12.
Mis-Canal del Mis, Latit. 46.10, Long. 0.44 O — Giug. 11, 12.
Idro, Latit. 45.53, Long. 2.01 O — Lug. 28.
Stelvio, Latit. 46.33, Long. 2.06 O — Sett. 21. = Ott. 21.

PIEMONTE

Sacra San Michele, Latit. 45.05, Long. 5.06 O — Ott. 29.
Avigliana, Latit. 45.05, Long. 5.06 O — Apr. 9.
Ceres, Latit. 45.19, Long. 5.05 O — Lug. 13.
Ivrea, Latit. 45.28, Long. 4.37 O — Febbr. 2. = Apr. 9. = Giug. 2.
Cogne, Latit. 45.36, Long. 5.06 O — Genn. 5, 11, 17. 18. = Mag. 2.
Moncalieri, Latit. 44.59, Long. 4.48 O — Dec. 1, 2, 3, 10, 11, 13, 28. = Genn. 1, 4, 5, 11, 17, 18, 25, 29. = Febbr. 2, 4, 8, 10, 13, 14, 24, 25, 27. = Marzo 11, 12. = Apr. 7, 10, 17, 28. = Mag. 2, 4, 23. = Giug. 24. = Lug. 3, 12. = Ott. 16, 18, 20. = Nov. 20.
Castel delfino, Latit. 44.35, Long. 5.26 O — Ott. 29.
Varallo, Latit. 45.46, Long. 4.14 O — Mag. 2.
Riva Valdobbia, Latit. 45.49, Long. 4.33 O — Apr. 8, 9. = Mag. 2.

Susa, Latit. 45.07, Long. 5.24 O — Genn. 19. = Giug. 25, 27.
Strambino, Latit. 45.22, Long. 4.21 O — Apr. 9.
Biella, Latit. 45.33, Long. 4.28 O — Mag. 2.
Crevacuore, Latit. 45.39, Long. 4.18 O — Mag. 2.
Serravalle, Latit. 44.56, Long. 4.17 O — Mag. 2.
Coggiola, Latit. 45.39, Long. 4.18 O — Mag. 2.
Collio, Latit. 45.55, Long. 2.05 O — Lug. 24. = Ag. 9.
Pinerolo, Latit. 44.53, Long. 5.10 O — Ott. 29.
Crissolo, Latit. 44.42, Long. 5.18 O — Ott. 29.
Saluzzo, Latit, 44.40, Long. 5.00 O — Ott. 29.

GENOVESATO E LUNIGIANA

Mondovì, Latit. 44.22, Long. 4.41 O — Genn. 29.
Taggia e Arma di Taggia, Latit. 43.51, Long. 4.41 O — Marzo 14. = Giug. 7.
Bagnone, Latit. 44.19, Long. 2.08 O — Ag. 18.

EMILIA E ROMAGNE

Ferrara, Latit. 44.50, Long. 0.52 O — Ott. 26.
Parma, Latit. 44,48, Long. 2.08 O — Apr. 18.
Reggio, Latit. 44.42, Long. 1.51 O — Ott. 7.
Modena, Latit. 44.39, Long. 1.34 O — Ott. 7.
Bologna, Latit. 44.30, Long. 1.00 O — Genn. 26, 27. = Apr. 29. = Mag. 21. = Ag. 10, 11, 15, 18, 19, 20. = Sett. 10, 21, 24, 27, 30. = Ott. 7.
Porretta, Latit. 44.09, Long. 1.31 O — Genn. 11. = Marzo 25. = Mag. 11. = Ott. 7.
Forlì, Latit. 44.13, Long. 0.27 O — Ott. 7, 8.
Imola, Latit. 44.22, Long. 0.46 O — Ott. 7, 8, 18.
Ravenna, Latit. 44.25, Long. 0.18 O — Genn. 5 = Giug. 1.
Tossignano, Latit. 44.17, Long. 0.53 O — Ott. 7. 8, 18, 22, 25 = Nov. 10, 14.
Loiano, Latit. 44.15, Long. 1.00 O — Sett. 27, 28, 29, 30 = Ottob. 1, 2, 4, 5, 18.
Scarperia, Latit. 44.00, Long. 1.09 O — Ott. 7, 8.
Firenzuola, Latit. 45.07, Long. 1.05 O — Sett. 27, 28, 29, 30 = Ott. 1, 2, 4, 5, 7.
Cesena, Latit. 44.08, Long. 0.15 O — Ott. 7.

TOSCANA

Livorno, Latit. 43.32, Long. 2.11 O — Genn. 22, 23.
Firenze, Latit. 43. 46, Long. 1.15 O — Genn. 14 = Feb. 17 = Ottob. 7.
Empoli, Latit. 43.43, Long. 0.33 O = Giug. 27 = Ottob. 7.
Alvernia, Latit. 43.00, Long. 0.29 O — Lug. 8 = Ott. 7.
Marradi, Latit. 44.05, Long. 0.51 O — Ott. 7, 8, 19.
Palazzolo, Latit. 44.08, Long. 0.56 O — Ott. 7, 19.
Ronta, Latit. 24.00, Long. 1.06 O — Ott. 7, 8, 18 = Nov. 14.

UMBRIA E MARCHE

Perugia, Latit. 43.08, Long. 0.06 O — Dec. 4, 25 = Feb. 24.
Campello, Latit. 42.48, Long. 0.19 E — Nov. 18.
Narni, Latit. 42.31, Long. 0.03 E — Feb. 13.
Trevi, Latit. 42.52, Long. 0.19 E — Sett. 24.
Camerino, Latit. 43.06, Long. 0.35 E — Feb. 24 = Sett. 11.

Ancona, Latit. 43.38, Long. 1.02 E — Feb. 24 = Mag. 20,25 = Nov. 26.
Urbino, Latit. 43.43, Long. 0.09 E — Feb. 24.
Fermo, Latit. 43.10, Long. 1.20 O — Dec. 21, 22.
Ascoli, Latit. 42.52, Long. 1.08 O — Dec. 21, 22, 25 = Feb. 24,25 = Giug. 20 = Nov. 18.
Potenza Pic., Latit. 43.22, Long. 1.10 E — Feb. 3.
Terni, Latit. 42.34, Long. 0.10 E — Feb. 13, 24 = Sett. 24, 27.
Pesaro, Latit. 43.55, Long. 0.24 E — Feb. 24.
Serra di conti, Latit. 43.32, Long. 0.33 E — Giug. 10, 11.
Spoleto, Latit. 42.44, Long. 0.15 E — Giug. 29.
Visso, Latit. 42.56, Long. 0.33 E = Sett. 11, 25.
Ferentillo, Latit. 42.38, Long. 0.18 E — Sett. 11.
Norcia, Latit. 42.48, Long. 0.35 E — Sett. 27.

PROVINCIE ROMANE

Roma, Latit. 41.54, Long. 0.0 — Dec. 1, 2, 18, 20, 27 = Genn. 5, 13, 14, 19, 24, 27, 31 = Feb. 3, 6, 8, 9, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 = Marzo 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 20, 21, 24, 30, 31 = Apr. 6, 20, 23, 24, 25, 28, 29, 30 = Mag. 3, 4, 12, 13, 14, 18, 19 = Giug. 5, 7, 11, 13, 17, 18, 19, 26, 27, 29 = Ott. 12.
Frascati, Latit. 41.48, Long. 0.13 E — Dec. 6, 25 = Gen. 25 = Feb. 9, 12, 24 = Mar. 9, 11, 17, 24 = Mag. 18, 23 = Giug. 4, 15, 18, 21, 22, 30 = Lug. 11, 16 = Ag. 4, 5, 18 = Sett. 15 = Ott. 9, 15.
Ariccia, Latit. 41.43, Long. 0.11 E — Mar. 29.
Subiaco, Latit. 41.56, Long. 0.37 E = Gen. 24 = Feb. 24.
Tivoli, Latit. 41.58, Long. 0.20 E — Feb. 24 = Apr. 26.
Rocca di Papa, Latit. 41.46, Long. 0.13 E — Dec. 12, 13 = Gen. 6, 27 = Feb. 3, 8, 9, 11, 24 = Mar. 13 = Apr. 11, 23 = Mag. 18, 28 = Giug. 11, 12, 17, 21, 29 = Lug. 1, 29, 30 = Ag. 2, 7, 8, 15 = Sett. 2, 8, 11, 25 = Ott. 2, 4, 18, 23, 26.
Viterbo, Latit. 42.24, Long. 0.22 O — Genn. 2 = Mar. 7.
Velletri, Latit. 41.41, Long. 0.18 E — Dec. 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 25, 26, 29, 30 = Genn. 3, 13, 16, 18, 20, 28 = Feb. 24 = Mar. 3, 4, 10, 11, 12, 13, 20, 21, 25, 28 = Apr. 2 = Mag. 12, 27 = Giug. 11, 12 = Lug. 7 = Ag. 26 = Ott. 6, 7, 8, 20, 23 = Nov. 13, 14, 16, 20.
Anagni, Latit. 41.45, Long. 0.41 E = Gen. 24 = Feb. 24.
Canterano, Latit. 41.56, Long. 0.32 E — Ott. 2.
Rocca Massima, Latit. 41.41, Long. 0.26 E — Ott. 25.

ABBRUZZI, TERRA DI LAVORO, BASILICATA, CALABRIA, NAPOLI, SICILIA.

Aquila, Latit. 42.21, Long. 0.55 E — Feb. 24 = Nov. 18.
Torre Mileto, Latit. 41,56, Long. 3.11 E — Mar. 23.
Cassino e Monte Cassino, Latit. 41.30, Long. 1.21 E — Ott. 9 = Nov. 8, 9.
Atina, Latit. 41.38, Long. 1.22 E — Gen. 13.
Isola di Sora, Latit. 41.40, Long. 1.05 E — Feb. 6, 7.
Sora, Latit. 41.44, Long. 1.08 E — Feb. 7.
Alvito, Latit. 41.41, Long. 1.16 E — Dec. 26 = Gen. 15 = Feb. 6.
Cosenza, Latit. 39.18, Long. 3.49 E — Apr. 2, 4, 6 = Ag. 27 = Sett. 24 = Ott. 24 = Nov. 13.
Potenza, Latit. 40.38, Long. 3.17 E — Sett. 10.
Marsico Nuovo, Latit. 40.22, Long. 3.14 E — Dec. 1-18 = Ag. 13.
Vesuvio, Latit. 40.52, Long. 1.41 E — Mar. 12, 15 = Apr. 3, 28 = Mag. 3, 9, 10 = Giug. 1 = Sett. 10 = Ott. 4, 5, 6, 7, 9, 10, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 = Nov. 1, 2,

3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30.
Palermo, Latit. 38.07, Long. 0.53 E, — Lugl. 16.
Etna, Latit. 37.30, Long. 2.31 E — Ag. 29, 30, 31 = Sett. 3, 4, 5, 7, 8, 9–15, 26.
Campobasso, Latit. 41.34, Long. 2.09 E — Gen. 4, 7, 12.
Casamicciola, Latit. 40.44, Long. 1.22 E — Gen. 23.
Rocca Secca, Latit. 41.33, Long. 1.07 E — Feb. 7.
Chieti, Latit. 42.21, Long. 1.41 E — Feb. 24.
Catanzaro, Latit. 38.54, Long. 4.08 E — Apr. 13 = Ott. 24, 30.
Oppido Mamertino, Latit. 38.17, Long. 3.28 E — Ott. 24.
Mignano, Latit. 41.25, Long. 1.29 E — Dec. intero = Mar. 3.
San Pietro infine, Latit. 41.27, Long. 1.28 E — Lug. 11 = Ott. 31 = Nov. 8, 20, 21, 25.
Bronte, Latit. 37.44, Long. 2.18 E — Sett. 6.
Francavilla, Latit. 37.51, Long. 2.36 E — Sett. 3.
Castiglione, Latit. 37.50, Long. 2.35 E — Sett. 3.
Siracusa, Latit. 37.30, Long. 2.46 E — Sett. 2, 6.
Messina, Latit. 38.11, Long. 3.03 E — Ag. 30, 31 = Sett. 2, 3, 26 = Ott. 7, 24.
Catania, Latit. 37.30, Long. 2.34 E — Sett. 5.
Randazzo, Latit. 37.50, Long. 2.26 E — Ag. 30, 31 = Sett. 1, 2, 3, 4, 5, 26.
Malta, Latit. 35,54, Long. 2.02 E — Lug. 19, 20.

Allorchè la latitudine o la longitudine di un luogo cade precisamente nel numero intiero 10′, 20′ etc. ovvero nell'intiero del grado 40, 41 etc., nel quadro ho tinto in nero il quadratino rappresentante dall'1′ al 10′ a dal 11′ al 20′ etc.

Pressione barometrica. La curva barometrica rappresenta la serie delle osservazioni fatte al mezzodì nell'osservatorio del Collegio Romano, ridotta a 0 ed al livello del mare.

Variazioni di livello di un pozzo di Porretta esaminato dal Sig. Demetrio Lorenzini. La curva puteale del Pozzo di Porretta è ricavata dalle osservazioni seguenti, nelle quali si trova il confronto della pressione barometrica locale e l'indicazione di altri fenomeni, forse non inutile ai cultori dei nostri studi.

OSSERVAZIONI SUL LIVELLO DEL POZZO DI PORRETTA

Ore	Giorni	Livello dell'acqua	Colonna Barometrica	ALTRI FENOMENI	Fenomeni Straordinari
DICEMBRE 1873					
7 ½	1				
»	2	195	0745	Vento	
»	3	190	0747	Sereno	
»	4	193	0749	Bel tempo	
»	5	188	0749	id.	
»	6			id.	
»	7	181	0743	Nuvolo e Vento	
»	8	180	0748	Sereno Vento	
»	9	176	0751	Sereno tramontana	
»	10	175	0746	Sereno	
»	11	170	0745	id.	
»	12	163	0746	id.	
»	13	165	0746	id.	
»	14	163	0746 ½		
»	15	162	0745	Sereno	
»	16	159	0744		
»	17	156 ½	0739	Sereno	
»	18	157	0736		
»	19	154	0740		
»	20	154	0741		
»	21	152	0740 ½	Nebbioso	
»	22	152	0743	id.	
»	23	190	0743	id.	
»	24	147	0743	Sereno	
»	25	143	0743		
»	26	»	0743		
»	27	137	0743	Scilocco	
»	28	147	0733	id.	
»	29	171	0735	Sereno	
»	30	173	0742	id.	
»	31	168	0744	id.	
GENNAIO 1874					
8	1	173	0744		
»	2	176	0746	Scirocco	
»	3	172	—	id.	
»	4	173	0742 ½	Nuvoloso	
»	5	187	0738 ½	id.	
»	6	187	0742	id.	
»	7	188	0743	Neve	
»	8	190	0745	Sereno	
»	9	185	0745	id.	
»	10	181	0745	id.	(Ore 11 a. Terremoto piccola scossa)
»	11	179	0745	id.	
»	12	178	0741	id.	
»	13	177	0741	id.	
»	14	174	0741	id.	
»	15	176	0741	Bel tempo	
»	16	176	0745	Nebbioso	
»	17	185	0738 ⅓	Pioggia	

Ore	Giorni	Livello dell'acqua	Colonna Barometrica	ALTRI FENOMENI	Fenomeni Straordinari
8	18	211	0731	Neve	nella notte molti tuoni
»	19	239	0739	Bel tempo	
»	20	255	0741	id.	
»	21	230	0743	Nebbioso	
»	22	228	0749	Bel tempo	
»	23	217	0748	id.	
»	24	211	0745	Sereno	
»	25	215	0741	id.	
»	26	210	0749	Nuvoloso	
»	27	205	0741	Bel tempo	
»	28	205	0732	id.	
»	29	197	0741	id.	
»	30	204	0741	id.	
»	31	188	0740	id.	
FEBBRAIO 1874					
8	1	181	0741	Bel tempo	
»	2	177	0740	id.	
»	3	173	0741	id.	
»	4	167	0741 ½	id.	
»	5	168	0745	id.	
»	6	160	0749	id.	
»	7	155	0747		
»	8	155	0741	Scirocco	
»	9	159	0742	id.	
»	10	150	0736	Sereno con qualche nube	
»	11	144	0745	Bel tempo	
»	12	140	0749	id.	
»	13	136	0750	id.	
»	14	133	0749	id.	
»	15	143	0742	id.	
»	16	144	0741	Nuvolo, Nebbia	
»	17	152	0732	Grande pioggia	
»	18	260	0730		
»	19	288	0730 ½		
»	20	300	0732	Nevica	
»	21	298	0732		
»	22	297	0735	Bel tempo	
»	23	291	0734	id.	
»	24	281	0737	id.	
»	25	267	0739	id.	
»	26	251	0739	Nuvolo	
»	27	250	0739	Piccola pioggia	
»	28	242	0737	Nuvolo	
MARZO 1874					
7	1	239	0740	Nuvolo	
»	2	235	0744		
»	3	218	0749	Bel tempo	
»	4	208	0749	id.	
»	5	201	0749	id.	
»	6	190	0749	id.	
»	7	190	0749	id.	
»	8	189	0746		
»	9	187	0741	Vento	

Ore	Giorni	Livello dell'acqua	Colonna Barometrica	ALTRI FENOMENI	Fenomeni Straordinari
7	10	185	0742	Piccola pioggia	
»	11	205	0729	Neve	
»	12	195	0732	Piccola neve	
»	13	190	0741	Sereno con sole	
»	14	191	0742	id.	
»	15	190	0743	Sereno	
»	16	192	0744	Bel tempo	
»	17	202	0747	id.	
»	18	207	0743	id.	
»	19	207	0746	Bel tempo	
»	20	204	0734	Nuvoloso	
»	21	200	0737		
»	22	197	0744	Bel tempo	
»	23	198	0741 ½		
»	24	197	0741 ½	Poche nubi e vento	(Piccola scossa ore 2.20 pom.)
»	25	188	0741		
»	26	186	0741	Bel tempo	
»	27	173	0743 ½	id.	
»	28	156	0743	Variabile	
»	29	169	0741	Nuvoloso	
»	30	168	0741 ½	Bel tempo	
»	31	167	0742	id.	
	APRILE 1874				
6	1	166	0741	Vento	
»	2	167	0741	Bel tempo	
»	3	167	0741	id.	
»	4	168	0740	Vento	
»	5	168	0732	Pioggia, Vento	
»	6	190	0730	Sole e Pioggia	
»	7	210	0732	Variabile	
»	8	215	0734	Nubi e pioggia	
»	9	224	0732	Pioggia continua	
»	10	234	0732	Variabile	
»	11	227	0731 ½	Pioggia	
»	12	230	0723	Nuvolo	
»	13	257	0728 ½	Pioggia continua	
»	14	290	0719 ½	Pioggia interrotta	
»	15	318	0725	Variabile	
»	16	311	0732	id.	
»	17	294	0735 ½	Sereno	
»	18	280	0739	Bel tempo	
»	19	267	0740 ½	id.	
»	20	260	0743	id.	
»	21	251	0743	id.	
»	22	240	0743	id.	
»	23	226	0743	id.	
»	24	212	0743	id.	
»	25	211	0741 ½	id.	
»	26	207	0741 ½	id.	
»	27	200	0741	id.	
»	28	200	0738	Variabile	
»	29	196	0738 ½	Aria buia	
»	30	203	0740	Bel tempo	

Ore	Giorno	Livello dell'acqua	Colonna Barometrica	ALTRI FENOMENI Mattina	Mezzogiorno	Sera	Fenomeni Straordinari
MAGGIO 1874							
6	1	211	0735	Variabile			
»	2	217	0732	id.			
»	3	204	0732	Cielo nebbioso	Pioggia		Neve in alto
»	4	223	0731	id.			
»	5	212	0731	Variab. pioggia			
»	6	206	0732	Variabile			
»	7	195	0735	id.			
»	8	182	0730 ½	Nuvolo			
»	9	210	0728	Variab. vento			
»	10	207	0726	Pioggia			Picc. scos. Ore 11 p.
»	11	200	0730	id.			
»	12	212	0723	id.			
»	13	220	0728	Nuvoloso			
»	14	214	0736	Sereno			
»	15	207	0740 ½	Nuvoloso			
»	16	205	0732	Variabile			
»	17	200	0738	Nuvolo	Sereno, vento	Cirri, cumuli	
»	18	194	0738	Nuvolo	Nuv piog. vent.	Nuvolo	
»	19	190	0739 ½	Sereno, sole	Sereno, cumuli	Sereno	
»	20	186	0740 ½	Cumuli E. O.	Qualche cumulo	Sereno	
»	21	183	0740 ½	Cirri	Sereno	Sereno	
»	22	184	074	Nuvolo	Pioggia	Piccola pioggia	
»	23	190	0737	Nuvolo	Nuvolo	Nuvolo	
»	24	198	0732	Nuvolo	id.	Cirri, cumuli	
»	25	199 ½	0732	Cirri, cumuli	Vento	Cirri, cumuli	
»	26	192 ½	0734	Cirri	Pioggia	Nuvolo	
»	27	190	0735	Nuvolo, pioggia	Nuvoloso	Nuvoloso	
»	28	185	0738	Sereno	Sereno	Sereno	
»	29	181	0741	id.	id.	id.	
»	30	180	0742	id.	id.	id.	
»	31	180	0744	Sereno	Sereno	Sereno	
GIUGNO 1874							
5	1	185	0748	Sereno	Sereno	Sereno	
5½	2	181 ½	0747 ½	Pochi cirri	Sereno	Pochi cirri	
»	3	185	0748	Sereno, vento	Gran vento	Sereno	
»	4	180	0748	Sereno	Sereno	id.	
»	5	183	0748 ½	Cirri	Poche Nuvole	Sereno	
»	6	188	0742 ½	Cirri	Nuvoloso	Cirri cumuli	
»	7	194	0741	Cirri	Nuvoloso	Sereno	
»	8	198	0741 ½	Sereno	Qualche nuvola	Nuvoloso	
»	9	200	0743 ½	Cirri	Nuvolo	Vento	
»	10	203	0744 ½	Cirri	Sereno	Sereno	
»	11	233	0741 ½	Variabile	Nuvoloso	Nuvoloso	
»	12	235	0740 ½	id.	id.	id.	
»	13	221	0738	Nuvolo	Vento	Vento	(Grandine nella notte e abbassamento di di temperatura)
»	14	192	0737	Nuvoloso	Pioggia	Pioggia	
»	15	205	0736	Nuvolo	Sereno, vento	Variabile	
»	16	197	0737	Nuvolo	Vento	Variabile	
»	17	192	0743	Variabile	Sereno	Sereno	

Ore	Giorni	Livello dell'acqua	Colonna Barometrica	ALTRI FENOMENI Mattina	Mezzogiorno	Sera	Fenomeni Straordinari
5 ½	18	187	0744	Nuvolo	Pioggia	Pioggia	
»	19	182	0744	Sereno	Vento	Vento	
»	20	178	0741	Sereno	Vento	Vento	
»	21	179	0739	Sereno	Vento	Variabile	
»	22	179	0732	Variabile	Vento	Sereno	
»	23	175	0735	Sereno	Vento	Cirri	
»	24	179	0740 ½	Nuvoloso	Nuvolo	Nuvolo	
»	25	185	0741 ½	Nuvoloso	Vento	Variabile	
»	26	187	0739 ½	Cirri	id.	Sereno	
»	27	185	0739	id.	Nuvolo, vento	Cirri	
»	28	186	0739 ½	Vento	Nuvolo, vento	Nuvolo	Ore 1 1/4 p. gr. pioggia
»	29	182	0734 ½	Qualche cirro	Sereno	Sereno	
»	30	170	0739	Sereno	Sereno	Sereno	
	LUGLIO 1874						
5 ½	1	168	0743	Sereno	Sereno	Sereno	
»	2	»	»	id.	»	»	
6	3	168	0743 ½	Sereno	Sereno	Sereno	
»	4	166	0744	Sereno	Sereno	Sereno	
»	5	165	0743	Sereno	Vento	Sereno	
»	6	172	0742	Sereno	Pioggia	Variabile	
6 3/4	7	194	0742	Sereno	Sereno	Sereno	
5 1/2	8	170	0744	Vento cumuli	Nuvole	Variabile	
»	9	166	0743	Nuvoloso	Pioggia	Nuvolo	
»	10	179	0744 ½	Sereno	Pioggia	Nuvolo	
»	11	163	0741 ½	Sereno	id.	id.	
»	12	160	0741	id.	id.	id.	
»	13	165	0740 ½	Nuvolo	Pioggia	Nuvolo	
»	14	159	0741	id.	id.	Variabile	
»	15	160	0741	Sereno	Cumuli	Bel tempo	
5 1/4	16	153	0741 ½	Sereno	Piccola pioggia	Nuvolo	
»	17	152	0741	id.	Nuvolo	Nuvolo	
»	18	160	0741	Nuvoloso	Pioggia	Nuvoloso	
»	19	158	0741	Variabile	Sereno	Sereno	
»	20	160	0741	id.	id.	id.	
»	21	155	0740	Sereno	Nuvolo	Nuvolo	
»	22	161	0740	Variabile	Sereno	Sereno	
»	23	163	0740	Vento	Sereno	id.	
»	24	162	0739 ½	Pioggia	Pioggia	Nuvolo	
»	25	157	0735	Nuvolo	Nuvolo	Nuvolo	
»	26	158	0733 ½	id.	id.	id.	
»	27	150	0741	Sereno	Nuvolo	Nuvoloso	
»	28	156	0740	Sereno	Nuvolo, vento	Variabile	
»	29	161	0739 ½	Sereno	Gran vento	Variabile	
»	30	163	0731	Nuvolo	Vento	Pioggia	
»	31	154	0733	Pioggia	Pioggia	id.	
	AGOSTO 1874						
5 ½	1	146	0735	Pioggia	Pioggia	Nuvolo	
»	2	142	0736	Nuvolo	Nuvolo	Variabile	
»	3	0	0738	Variabile	id.	id.	

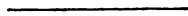
Ore	Giorni	Livello dell'acqua	Colonna Barometrica	ALTRI FENOMENI Mattina	Mezzogiorno	Sera	Fenomeni Straordinari
5 $\frac{1}{2}$	4	145	0737	Cirri, cumuli	Pioggia	Nuvolo	
»	5	141	0738	Sereno	Nuvolo	id.	
»	6	140	0738	Sereno	Sereno	Sereno	
»	7	138 $\frac{1}{2}$	0740 $\frac{1}{2}$	Sereno	Sereno	Sereno	
»	8	137	0741	id.	Vento	Vento, variab.	
»	9	136	0734 $\frac{1}{2}$	Pioggia	Variabile	Vento	
»	10	139	0740	Sereno	Vento, nuvolo	Variabile	
»	11	147	0739 $\frac{1}{2}$	Vento, variabile	Vento	Vento continuo	
»	12						
»	13	141	0739	Vento, variabile	Variabile	Variabile	
»	14	143	0740 $\frac{1}{2}$	Vento	Vento	Vento	
»	15	144	0738 $\frac{1}{2}$	Pioggia	Variabile	Sereno	
»	16	143	0738 $\frac{1}{2}$	Nuvolo	Nuvolo	Sereno	
»	17	140	0741	Sereno	Variabile	Variabile	
»	18	136	0741	Piccola pioggia	Variabile	Sereno	
»	19	145	0741	Sereno	Variabile	Variabile	
»	20	132	0741	Nuvoloso	Pioggia	Piccola pioggia	
»	21	139	0741 $\frac{1}{2}$	Sereno	Variabile	Variabile	
»	22	135	0741 $\frac{1}{2}$	Nuvoloso	Cirri, cumuli	Cirri, cumuli	
»	23	136	0741 $\frac{1}{2}$	Sereno	Sereno	Sereno	
»	24	136	0741	Sereno	Sereno	Cirri	
»	25	136	0739 $\frac{1}{2}$	Sereno	Vento	Cumuli	
6 $\frac{1}{4}$	26	130	0738 $\frac{1}{2}$	Sereno	Nuvoloso	Vento, pioggia	
»	27	145	0738	Vento	Qualche nube	Sereno	
5	28	139	0740	Sereno	Variabile	Sereno	
»	29	136	0740 $\frac{8}{4}$	Cirri, cumuli	Sereno	Pioggia	
»	30	135	0741	Sereno	Sereno	Sereno	
6	31	137	0742 $\frac{1}{2}$	Nuvolo	Variabile	Nuvolo	
SETTEMBRE 1874							
5	1	133	0745	Sereno	Sereno	Sereno	
»	2	135	0744 $\frac{1}{2}$	id.	id.	id.	
»	3	134	0745	id.	id.	id.	
5 $\frac{1}{5}$	4	130	0743 $\frac{1}{2}$	Sereno	Sereno	Sereno	
6	5	170	0741	Variabile	Variabile	Variabile	
6	6	130	0740	Sereno	Sereno	Sereno	
6	7	130	0741	id.	id.	id.	
»	8		0741	Nuvoloso	Sereno	Pioggia	
»	9	134	0741	Sereno	id.	Vento	
»	10	133	0739	Nuvolo, vento	Vento	Gran vento	
»	11	133	0739 $\frac{1}{2}$	Vento	Variabile	Variabile	
»	12	138 $\frac{1}{2}$	0741	Sereno	Vento	Variabile	
»	13	133	0736	Nuvolo	Nuvolo	Pioggia	
»	14	135	0741	Nuvolo	id.	Vento, nuvolo	
»	15	128	0743 $\frac{1}{2}$	Vento, nuvolo	Nuvolo	Poca pioggia	
»	16	124	0742 $\frac{1}{2}$	Nuvolo	Piccola pioggia	id.	
»	17	127	0740	Variabile	Sereno	Sereno	
»	18	140	0741	Sereno	Sereno	Nuvolo	
»	19	128	0741	Sereno	id.	Sereno	
»	20	139	0741	id.	Variabile	Poco vento	
6 $\frac{1}{2}$	21	132	0741	Pioggia	Pioggia	Pioggia	
6 $\frac{3}{4}$	22	136	0742	Sereno	Sereno	Sereno	
7	23	132	0744	Variabile	id.	id.	
6	24	127	0744	Cumuli, cirri	Variabile	id.	

Ore	Giorni	Livello dell'acqua	Colonna Barometrica	ALTRI FENOMENI Mattina	Mezzogiorno	Sera	Fenomeni Straordinari
6 1/4	25	122	0747	Sereno	Sereno	Sereno	
»	26	122	0743 ½	id.	id.	id.	
»	27	119	0743 ½	id.	id.	id.	
»	28	120	0748	id.	id.	id.	
»	29	120	0747	Cirri cumoli	id.	id.	
»	30	120	0744	Nuvolo	Pioggia	Pioggia	
OTTOBRE 1874							
»	1	158	0742 ½	Variabile	Variabile	Variabile	Temporale
»	2	150	0738 ½	Nuvolo	Pioggia	Pioggia	
»	3	193	0733	Vento pioggia	Pioggia, vento	Pioggia, vento	
6 ½	4	218	0734	Sereno	Nuvolo	Vento pioggia	
»	5	219	0734	Nuvoloso	Pioggia	Nuvolo	
»	6	206	0739 ½	Cirri cumuli	Pioggia	Nuvolo	
»	7	211	0741	Sereno	Sereno	Nuvolo	Piccole scosse dalle
»	8	200	6740	Sereno	Bel tempo	Pioggia	ore 4 alle 5 pom. ?
»	9	202	0741	id.	Sereno	Variabile	
6 1/4	10	200	0743	Sereno	Sereno	Sereno	
6 ½	11	197	0741	id.	id.	id.	
»	12	193	0744	id.	id.	id.	
»	13	192	0745	id.	id.	id.	
»	14	190	0743	id.	id.	id.	
»	15	189	0741 ½	id.	id.	id.	
6 1/4	16	189	0740	Pioggia	Pioggia	Pioggia	
»	17	189 ½	0742	Nuvolo	Nebbioso	Nebbioso.	
7	18	191	0746	Nebbioso	Sereno	Sereno	
7	19	190	0746	Sereno con cirri	Sereno	Variabile	
12	20	183	0745	Nuvolo			
»	21	»	»	Pioggia	Variabile	Variabile	
7	22	181	0733	Sereno	Vento	Sereno	
6 1/2	23	180	0730 ½	id.	Vento	Pioggia	
»	24	178	0739	id.	Sereno	Sereno	
6 ½	25	178	0746	Sereno	Sereno	Variabile	
»	26	177	0749	id.	id.	Sereno	
»	27	175	0749	Sereno	Sereno	Sereno	
7	28	170 ½	0745	Sereno	Sereno	Sereno	
7 1/4	29	166	0743 ½	Sereno	Sereno	Sereno	
7 1/4	30	164	0741	Sereno	Sereno	Sereno	
7	31	164	0741	Sereno	Sereno	Sereno	
NOVEMBRE 1874							
7	1	166	0743	Sereno	Sereno	Sereno	
7	2	165	0743	id.	id.	id.	
7 ½	3	164	0743	id.	id.	id.	
7 1/4	4	165	0743	id.	id.	id.	
7 1/4	5	171 1/2	0743	id.	id.	id.	
7 ½	6	168	0747	id.	id.	id.	
7	7	164	0049 1/2	id.	id.	id.	
8	8	159	0749	id.	id.	id.	
7 1/4	9	164	0747	Variabile	Variabile	Variabile	
7 1/2	10	163	0747	Sereno	Sereno	Sereno	

Ore	Giorni	Livello dell'acqua	Colonna Barometrica	ALTRI FENOMENI			Fenomeni Straordinari
				Mattina	Mezzogiorno	Sera	
$7\,^1/_2$	11	163	0736	id.	id.	Variabile	
$7\,^1/_2$	12	164	0727	Variabile	Variabile	Pioggia	
$7\,^1/_2$	13	163	0730	Nevica	Nevica	Acqua e Neve	
$7\,^1/_2$	14	167	0726	id.	id.	Nevica	
»	15	—	—	Scirocco	Sciroco	Scirocco	
$7\,_4/^8$	16	163	0730	Sereno	Sereno	Sereno	
»	17	166	0731	id.	id.	Nuvoloso	
$7\,^8/_4$	18	164	0732	id.	id.	Sereno	
$7\,^1/_2$	19	185	0731	id.	id.	id.	
9	20	191	0723	id.	id.	id.	
$7\,^1/_2$	21	187	0728 $^1/_2$	id.	id.	id.	
$7\,^8/_4$	22	176	0732	id.	id.	id.	
$7\,^1/_2$	23	177	0734	id.	id.	id.	
$7\,^1/_2$	24	161	0736	Nuvolo	Nevica	Nuvoloso	
$7\,^1/_2$	25	158	0738	id.	Nuvolo	id.	
$8\,^1/_2$	26	150	0736	Nevica	Nevica	Nevica	
»	27	—	0737	Sereno	Sereno	Sereno	
$8\,^1/_2$	28	147	0735	Nuvolo	Nuvolo	Nuvolo	
»	29	148	0735	Nuvolo	Vento e nuvolo	Nuvolo	
»	30	153	0732	Pioggia	Nuvolo	id.	

SOCI PRESENTI A QUESTA SESSIONE

R. P. Angelo Secchi Presidente – Monsignor Francesco Nardi – Prof. Tito Armellini – Prof. Mattia Azzarelli – P. Stanislao Ferrari – Prof. Michele Stefano De Rossi – P. Francesco Provenzali – P. Giuseppe Lais – B. Boncompagni – Conte Ab. Francesco Castracane degli Antelminelli – Prof. Vincenzo Diorio.

L'Accademia riunitasi alle ore 6 pomeridiane, si sciolse alle ore 8 circa.

OPERE VENUTE IN DONO

1. *Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino pubblicati dagli Accademici Segretari delle due Classi.* — Vol. X, Disp. 4ª (*Febbraio* 1875) — Disp. 5ª (*Marzo* 1875). Stamperia Reale di Torino di G. B. Paravia e C. In 8.°
2. *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche pubblicato da B. Boncompagni,* ecc. Tomo VIII. — Gennaio e Febbraio 1875. Roma Tipografia delle Scienze Matematiche e Fisiche Via Lata Num.° 211 A. 1875. In 4.°
3. *Mémoires de la Société des Sciences Physiques et Naturelles de Bordeaux* — Tome X — 2e Cahier. Paris et Bordeaux, 1875. In 8.°
4. *Monatsbericht der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin.* März 1875. Berlin 1875, ecc. In 8.°

INDICE DELLE MATERIE

DEL VOLUME XXVIII.

(1874-1875)

MEMORIE E COMUNICAZIONI

COMUNICAZIONI

COMITATO SEGRETO

CORRISPONDENZA

MAPPAMCA VALLICELLIANA

C I R C V T I C V S

NVEVA GALIZIA

LA FLORI

NVEVA ESPANHA

I A CHINA

LEQVIOS

MARE AVSTRI

BORNE

NVEVA GVINEA

IAOA MAYOR

MINORES

R I C O R N I I

I TERREMOTI

Accademia Po.
Anno XXVIII. Sessione VII Tav. IX.
1873 Settembre
Ottobre
Novembre
Scala della curva barometrica
Scala metrica delle variazioni di livello nel pozzo di Porretta
770
760
750
743
47
46
45
44
43
42
41
40
39
m 3,00
2,80
2,60
2,40
2,20
2,00
1,80
1,60
1,40
1,20
1,00
0,80
0,60
Terremoti
secondo
le Latitudini

INDICE DELLE MATERIE

SESSIONE VII[a] DEL 20 GIUGNO 1875

MEMORIE E COMUNICAZIONI